

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

В. М. Ковалевський

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ :

СТВОРЕННЯ СХЕМ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як навчальний посібник
для студентів, які навчаються за спеціальністю 151 «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології» і освітньо-професійною програмою
«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2019

Рецензент: *Шилович Т. Б.*, канд. техн. наук, доцент кафедри «Хімічного, полімерного та силікатного машинобудування», Інженерно-хімічного факультету, «КПІ» ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор *Жученко А. І.*, завідувач кафедри «Автоматизації хімічних виробництв», доктор технічних наук, професор

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 1 від 26. 09. 2019 р.)
за поданням Вченої ради Інженерно-хімічного факультету (протокол № 5 від 3. 06. 2019 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

Валерій Михайлович Ковалевський, канд. техн. наук., доц.

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ :

СТВОРЕННЯ СХЕМ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Технічні засоби автоматизації: Створення схем для електричних систем керування технологічним процесом об'єкту автоматизації. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» за освітньо-професійною програмою «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв» / В. М. Ковалевський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,93 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 124 с.

Навчальний посібник для студентів має приклади з описами схемотехніки розробки та роботи принципів електричних схем системи керування технологічним процесом об'єкту автоматизації. Матеріали і схеми у навчальному посібнику орієнтовані на використання студентами при проведенні практичних занять з навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації» та при виконанні завдань з курсової роботи. Правила створення електричних та монтажних комутаційних схем для системи керування технологічним процесом розглядаються по темах з практичних занять кредитного модуля навчальної дисципліни.

Зміст

	стор.
Вступ.....	5
1. Правила і основи розробки систем контролю і керування у схемах автоматизації технологічних процесів виробництва.....	11
1.1 Приклад розробки схеми автоматизації для технологічного процесу хімічного реактора.....	14
1.2 Типові схеми контурів контролю і керування для розробки схеми автоматизації технологічного процесу.....	26
1.2.1 Типова схема для контуру контролю параметрів процесу при монтажу технічних засобів біля трубопроводів і апаратів.....	26
1.2.2 Типова схема з контурами контролю параметрів процесу при встановленні приладів на пульту керування.....	29
1.2.3 Типова схема контурів контролю параметрів процесу з технологічною сигналізацією на пульту керування.....	31
1.2.4 Типова схема з контурами регулювання параметрів технологічного процесу.....	33
1.2.5 Типова схема контурів регулювання параметрів процесу з використанням перетворювачів сигналів між приладами	34
1.2.6 Типова схема і робота контуру регулювання співвідношення параметрів процесу хімічного реактора	36
1.2.7 Типова схема контуру регулювання з блоком ручного управління процесом технологічного апарату	38
1.2.8 Функціональна схема для контурів регулювання з контролем положення регулювального клапану	40
1.2.9 Типова схема контурів контролю і регулювання параметрів процесу з підключенням технічних засобів по інтерфейсу RS-485 у сітку керуючого комп'ютера	41
1.2.10 Типова схема контурів для дистанційного управління електромоторами обладнання технологічного процесу	43

1.3 Приклад схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора на основі типових схем контурів контролю і керування	45
1.4 Приклад схеми автоматизації з мікропроцесорним контролером для контролю і регулювання параметрів процесу хімічного реактора	53
2. Схеми системи управління електромоторами обладнання технологічного процесу	56
2.1 Правила і приклад розробки принципової електричної схеми системи дистанційного керування живленням електромоторів	59
2.2 Правила і приклад створення принципової електричної схеми для системи аварійного захисту електромоторів у аварійних ситуаціях	63
3. Схемотехніка системи технологічного блокування у схемі автоматизації процесу при аварійних ситуаціях	75
3.1 Постановка задачі для розробки схем системи технологічного блокування у аварійних ситуаціях	75
3.2 Приклад створення принципової електричної схеми з системами дистанційного управління і аварійного захисту з технологічним блокуванням живлення електромотору М1	78
3.3 Приклад створення принципової електричної схеми з системами дистанційного управління і аварійного захисту з технологічним блокуванням живлення електромотору М3	80
3.4 Принципова електрична схема системи технологічного блокування сигналу від автоматичного регулятора до регулювального клапану при аварійних ситуаціях	82
4. Електричні схеми контурів вимірювання і сигналізації значень параметрів технологічного процесу	86
4.1 Приклади електричних схем сигналізації значень вимірюваної температури потоку сировини на вході у хімічний реактор	99
5. Приклади монтажно-комутаційної схеми для системи дистанційного управління живленням електромотору та аварійного захисту і технологічного блокування	108
6. Література	113
Додаток. Специфікація на технічні засоби для схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора	114

ВСТУП

Навчальний посібник створено для проведення окремих практичних занять з частини «Електричні системи керування» кредитного модуля навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації: Електричні та пневматичні системи керування». В схемах автоматизації технологічних процесів хімічного виробництва можуть використовуватися електричні системи керування так і пневматичні системи керування. Контур контролю і регулювання технологічного параметру може мати частину електричних пристроїв і приладів та частину пневматичних пристроїв, наприклад, пневматичний регулювальний клапан. На практичних заняттях з частини «Електричні системи керування» навчальної дисципліни студенти виконують розробку схеми автоматизації з системами керування технологічними процесами хімічного виробництва та створюють принципові електричні схеми з розробкою відповідних монтажних комутаційних схем. Студенти у процесі розробки принципових електричних схем і монтажних комутаційних схем для електричних систем керування набувають практичні уміння і знання з використання технічних засобів автоматизації технологічних процесів на хімічному виробництві. Кожний студент на практичному занятті розробляє свою схему автоматизації процесів для завданої технологічної схеми хімічного виробництва. Студентам необхідно для відповідної технологічної схеми процесів і опису процесів у апаратах з хімічного виробництва розробити схему автоматизації технологічних процесів та створити електричні і монтажні схеми для електричних систем керування.

Запроектована студентом схема автоматизації технологічних процесів для завданої технологічної схеми хімічного виробництва повинна мати такі системи:

- Систему контурів контролю технологічних параметрів процесів з сигналізацією відхилення вимірюваних значень за допустимі MIN та MAX значення контрольованого параметру;
- Систему контурів регулювання витрати потоку сировини для забезпечення відповідної продуктивності процесів у технологічних апаратах на хімічному виробництві;

- Систему контурів регулювання співвідношення значень витрат декількох потоків сировини на вході у відповідні апарати згідно опису процесу з документу «Технологічний регламент на процес»;
- Систему дистанційного управління вмиканням і вимиканням живлення електромоторів технологічного обладнання: відцентрових насосів, змішувачів, шнекових та стрічкових транспортерів, дозаторів, ковшових елеваторів та іншого обладнання;
- Систему аварійного захисту електромоторів при зупинці відповідного технологічного обладнання на виробництві, наприклад, крильчатки відцентрового насоса або шнекового дозатора і тому подібного;
- Систему автоматичного технологічного блокування при появі аварійної ситуації на виробництві або при веденні процесу у технологічному апараті.

По закінченню практичних занять з частини «Електричні системи керування» кожний студент повинен зробити і оформити наступні схеми і матеріали:

- ❖ Схема і опис роботи електричної системи дистанційного управління електромоторами технологічного обладнання процесу;
- ❖ Схема і опис функціонування системи контурів контролю технологічних параметрів процесів з сигналізацією відхилення вимірюваних значень за допустимі MIN та MAX значення;
- ❖ Схема і опис функціонування системи контурів регулювання потоків сировини для забезпечення відповідної продуктивності процесів у технологічних апаратах на хімічному виробництві;
- ❖ Схема і опис функціонування системи контурів регулювання витрат у співвідношенні потоків сировини на вході у відповідні апарати згідно технологічного регламенту для процесу;
- ❖ Схема і опис роботи принципової електричної схеми системи аварійного захисту електромоторів у аварійних ситуаціях;
- ❖ Схема і опис роботи принципової електричної схеми системи технологічного блокування у аварійних ситуаціях;
- ❖ Паспорт на технічні засоби з контуру регулювання технологічного параметру і розрахунки для статичних характеристик сигналів у ланцюгах між пристроями і приладами.

На основі оформлених схем і матеріалів по практичним заняттям студенти можуть далі розробляти наступні креслення схем для завдань з курсової роботи:

- ✓ Схема автоматизації технологічних процесів виробництва з відповідними електричними системами керування, системами аварійного захисту і технологічного блокування;
- ✓ Схема принципова електрична для системи дистанційного управління електромоторами технологічного обладнання з системами аварійного захисту і технологічного блокування;
- ✓ Схема монтажних комутаційних з'єднань для системи дистанційного управління електромоторами та системи аварійного захисту і технологічного блокування;
- ✓ Принципова електрична схема контролю з технологічною сигналізацією вимірюваних параметрів процесу;
- ✓ Принципова електрична схема технологічного блокування сигналів від автоматичних регуляторів до регулювальних клапанів при аварійних ситуаціях;
- ✓ Схема монтажних комутаційних з'єднань для відповідної принципової електричної схеми з технологічного блокування сигналу від автоматичного регулятора до регулювального клапану при аварійній ситуації.

Практичні заняття і навчальний посібник з прикладами по створенню схем для електричних систем керування направлені на навчання студентів за циклом професійної та практичної підготовки згідно 151 спеціальності та освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології хімічних виробництв». Практичні заняття і навчальний посібник забезпечують студентам професійну компетентність та змістовну підготовку до таких видів діяльності:

- **Проектно-конструкторської діяльності** зі знаннями для участі у розробках технічної документації при проектуванні схем автоматизації відповідно діючим стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам та уміннями проектувати схеми для проектів з автоматизації хіміко-технологічних процесів на виробництвах;
- **Виробничо-технологічної діяльності** зі здібностями розробок схем по забезпеченню і виконанню монтажу технічних засобів систем автоматизації згідно відповідних принципових електричних схем систем керування.

Практичні заняття та приклади принципів електричних схем у навчальному посібнику формують у студентів такі уміння:

- уміння застосовувати електричні та мікропроцесорні регулятори для реалізації стандартних законів регулювання;
- уміння виконувати підбір електромагнітних пристроїв для відповідних принципів електричних схем та їх застосування у схемах комутації електричних ланцюгів керування, сигналізації, блокування і аварійного захисту;
- уміння і знання з розробки принципів електричних схем для системи дистанційного керування електромоторами технологічного обладнання та по системах аварійного захисту і технологічного блокування у аварійних ситуаціях при запуску або зупинках процесу технологічного апарату.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми (ОПП бакалавр) після засвоєння матеріалів на практичних заняттях з кредитного модуля навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- знання з роботи технічних засобів автоматизації у електричних системах керування;
- знання по конструкціях і роботі різних видів електричних виконавчих механізмів регулюючих пристроїв;
- знання основних типових схем керування електричним виконавчим механізмом, де використовується електромотор змінного струму;
- уміння виконувати розробки принципів електричних схем для систем керування у схемах автоматизації технологічних процесів;
- уміння розробляти принципові електричні схеми з прискореним режимом спрацьовування пристроїв або з режимом затримки перемикання контактів електромагнітного реле у відповідних виробничих ситуаціях;
- уміння виконувати аналіз впливу підключених пристроїв при появі похибок у сигналах в ланцюгах електричних схем системи керування;
- уміння виконувати монтажні комутаційні схеми для підключення ланцюгів між технічними засобами у контурах контролю і регулювання;

- практичний досвід по розв'язанню інженерно-технічної задачі з проектування систем керування відповідно до стандартів по оформленню принципових електричних схем та монтажних комутаційних схем.

Практичні заняття для частині «Електричні системи керування» з кредитного модуля навчальної дисципліни проводяться відповідно до змісту і графіку занять, котрий наведено у таблиці (В.1). Вказані теми та зміст завдань орієнтовані на практичне створення студентами відповідних принципових і монтажних схем для електричних систем керування з розробленої схеми автоматизації технологічних процесів хімічного виробництва.

**Практичні заняття з частини «Електричні системи керування»
навчальної дисципліни “Технічні засоби автоматизації”**

Таблиця В.1.

№ п/п заняття	Кількість годин заняття	Зміст і тема заняття та завдання на самостійну роботу студента
1	2	<p>Тема. <i>Правила і основи побудування схеми автоматизації технологічних процесів з хімічного виробництва.</i></p> <p>Завдання: Розробка ескізу до створення креслення схеми автоматизації технологічних процесів з відповідного завданого виробництва.</p>
2	2	<p>Тема. <i>Правила побудови принципових електричних схем дистанційного керування включенням і вимиканням живлення електромотора насосу зі схемою аварійного захисту електродвигуна на прикладі відцентрового насосу.</i></p> <p>Завдання: Розробка принципової електричної схеми для дистанційного управління живленням електромоторів і їх аварійного захисту.</p>
3	2	<p>Тема. <i>Правила побудови принципових електричних схем для системи технологічного блокування у аварійних ситуаціях.</i></p> <p>Завдання: Розробка принципової схеми з технологічного блокування для відповідної схеми автоматизації технологічного процесу.</p>

4	2	<p>Тема. <i>Методика та особливості налаштування мікропроцесорного приладу ІТМ-11 до виконання дискретних задач у схемах автоматизації.</i></p> <p>Завдання: Розробка принципової схеми підключення приладу ІТМ-11 для відповідної електричної схеми контуру контролю значення параметру.</p>
5	2	<p>Тема. <i>Правила побудови відповідних принципових електричних схем з ІТМ-11 для системи аварійного захисту і технологічного блокування.</i></p> <p>Завдання: Розробка принципових схем підключення приладу ІТМ-11 по відповідних принципових електричних схемах.</p>
6	2	<p>Тема. <i>Правила побудови монтажних-комутаційних схем для відповідних принципових електричних схем з дистанційного управління електромоторами.</i></p> <p>Завдання: Розробка монтажно-комутаційної схеми для відповідної принципової електричної схеми дистанційного управління електромоторами.</p>
7	2	<p>Тема. <i>Правила побудови монтажних-комутаційних схем для відповідних принципових електричних схем системи аварійного захисту.</i></p> <p>Завдання: Розробка монтажно-комутаційної схеми для відповідної принципової електричної схеми системи аварійного захисту.</p>
8	2	<p>Тема. <i>Правила побудови монтажних-комутаційних схем для відповідних принципових електричних схем з системи технологічного блокування ланцюгів сигналів.</i></p> <p>Завдання: Розробка монтажно-комутаційної схеми для відповідної принципової електричної схеми системи технологічного блокування ланцюгів сигналів.</p>
9	2	<p>Тема. <i>Правила побудови монтажно-комутаційної схеми для відповідної принципової електричної схеми з підключенням мікропроцесорного регулятора у контур регулювання технологічного параметру.</i></p> <p>Завдання: Розробка монтажно-комутаційної схеми для підключення мікропроцесорного регулятора.</p>

1. Правила і основи розробки систем контролю і керування у схемах автоматизації технологічних процесів виробництва

В навчальному посібнику для прикладів з правил розробки принципів електричних схем та монтажних комутаційних схем для систем керування буде використана технологічна схема процесу хімічного реактора, як типового технологічного апарату на хімічних виробництвах.

Схема автоматизації для процесів з хімічного виробництва будується на основі завданих технологічних схем процесів у апаратах та їх описів і вимог з документу «Технологічний регламент на процес». Стан технологічного процесу та якість роботи технологічного апарату на будь якому виробництві характеризують:

- **продуктивність технологічного процесу**, тобто скільки отримуємо продукції на виході з апарату і котрий може працювати у режимі *min* продуктивності, робочої продуктивності та *max* продуктивності (навантаження);
- **набір технологічних параметрів** зі значеннями, які у часі відображають стан і хід технологічного процесу у апарату згідно відповідного технологічного регламенту на виготовлення продукції.

На технологічний процес у будь якому апарату постійно діють збурюючі впливи, які можна підрозділяти на такі види:

- **зовнішні збурення** – це, наприклад, зміна дня і ночі, зміна у часі параметрів зовнішнього середовища (температура, вологість, тиск та швидкість повітря біля апарату), які впливають на загублення тепла з поверхні корпусу технологічного апарату; зміна параметрів у потоку сировини на вході у апарат (температура, концентрація, вологість, густина та інше);
- **внутрішні збурення** – це зміна, наприклад, у часі активності каталізатору хімічної реакції, старіння каталізатору або забруднення; виникнення плівки накипу на поверхнях нагрівання у теплообмінників та таке інше.

У технологічного апарату також є один або декілька параметрів, які використовуються для регулювання якості процесу за рахунок змінювання їх значень згідно вимог з технологічного регламенту на процес. Значення цих регулювальних параметрів залежать від стану параметрів збурення, які

порушують матеріальний баланс і тепловий баланс технологічного процесу у апарату. Далі будемо розглядати методику і техніку створення схеми автоматизації технологічного процесу на прикладі типового технологічного апарату – **хімічний реактор**, котрий широко використовується на багатьох хімічних виробництвах, харчових виробництвах, у виробництвах медичних препаратів, у виробництвах переробки нафтопродуктів і на інших виробництвах.

У хімічному реакторі завжди змішуються декілька потоків сировини або хімічних реагентів. При змішуванні вхідних потоків у хімічному реакторі виникає екзотермічна або ендотермічна реакція і встановлюється відповідний тепловий процес. Для ендотермічного процесу технологічний регламент передбачає нагрівання маси суміші в об'ємі корпусу реактора, а для екзотермічного процесу навпаки потрібно охолодження маси суміші в об'ємі корпусу реактора. Технологічна схема для хімічного реактора з ендотермічним процесом може бути зображена такою, як це показано на рисунку (рис. 1.1).

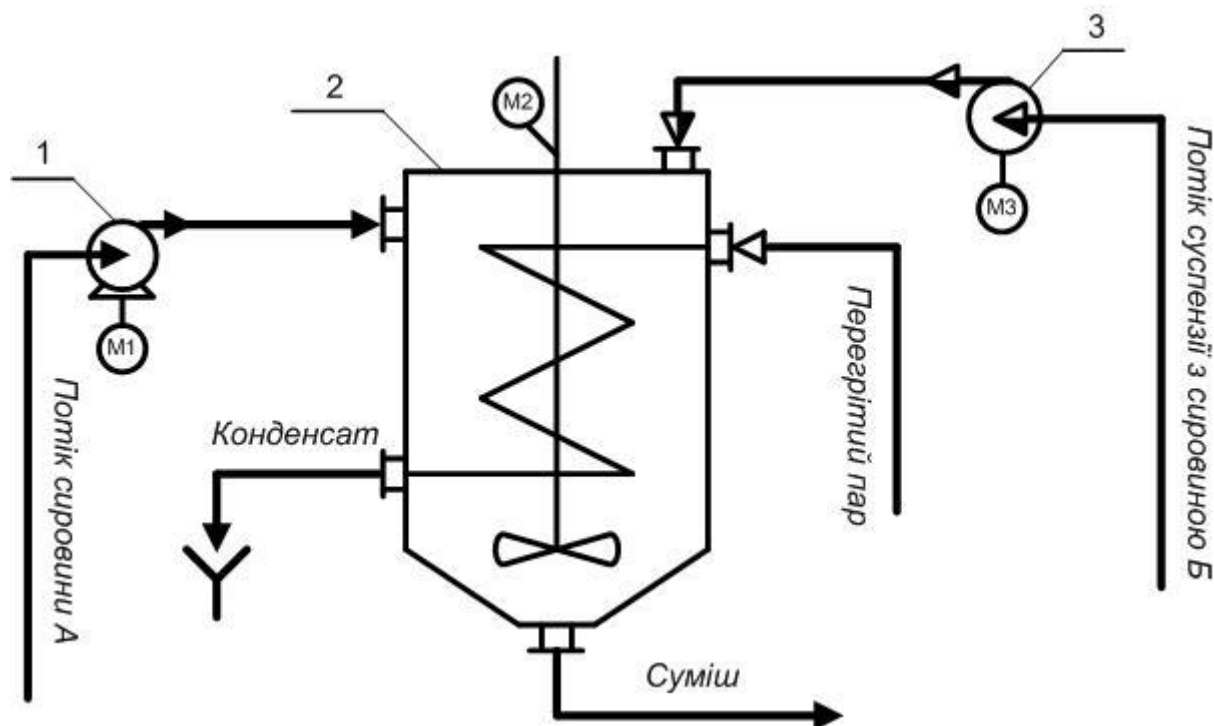


Рис. 1.1. Технологічна схема хімічного реактора зі змішування двох потоків сировини з ендотермічним технологічним процесом: 1 – відцентровий насос сировини А; 2 – хімічний реактор з трубчастим теплообмінником; 3 – ротаційний насос сировини Б.

У хімічного реактора з екзотермічним процесом технологічна схема процесу може бути такою, як це показано на рисунку (рис. 1.2).

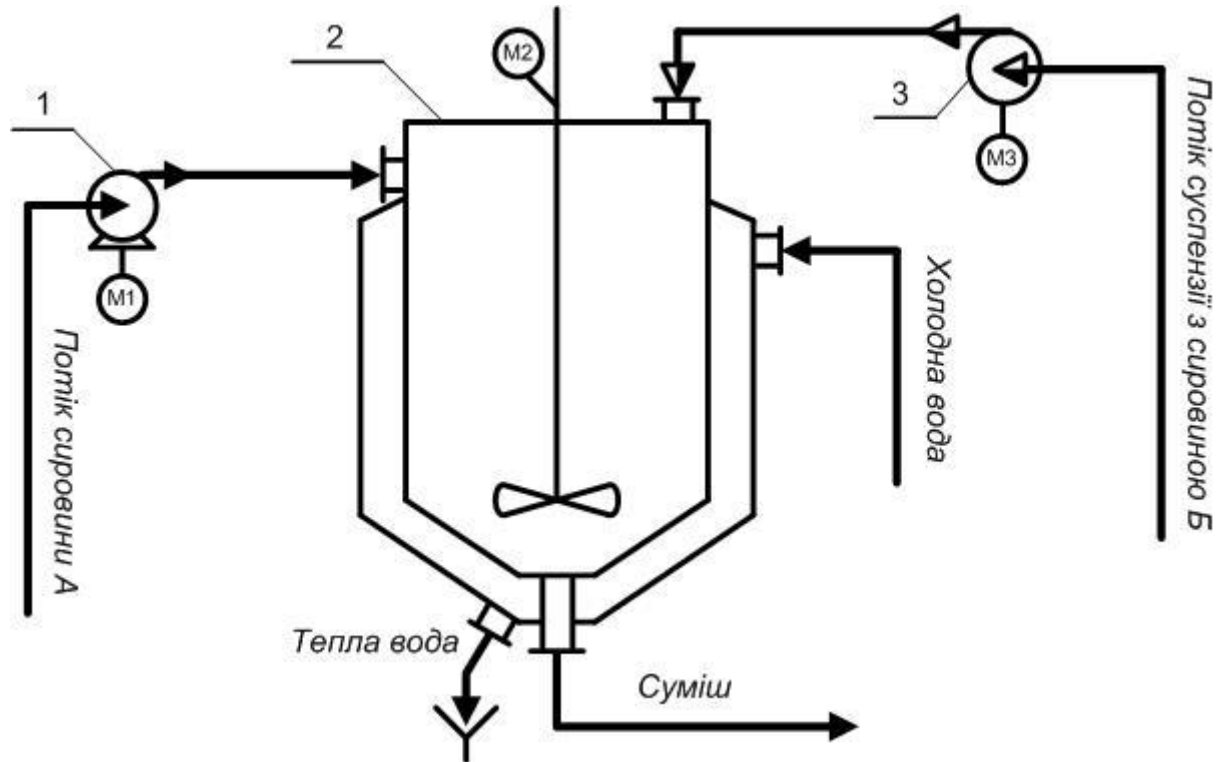


Рис. 1.2. Технологічна схема хімічного реактора зі змішування двох потоків сировини з екзотермічним технологічним процесом: 1 – відцентровий насос сировини А; 2 – хімічний реактор з поверхневим теплообмінником; 3 – ротаційний насос сировини Б.

По рисунках технологічних схем і конструкції реактору (рис. 1.1) та (рис. 1.2) можна легко бачити, що теплообмінні поверхні у апарату використовуються для підтримки постійного значення температури суміші на виході з хімічного реактора згідно технологічного регламенту на процес. Температура суміші на виході реактора зі схемою процесу (рис.1.1) підтримується за рахунок змінювання витрати перегрітої пари на вході у внутрішній теплообмінник, а у реактора зі схемою процесу (рис.1. 2) відповідно змінюванням витрати холодної води на вході у об'єм поверхневого. У поверхневого теплообмінника площа теплообміну з масою суміші в об'єму корпусу реактора значно більше поверхні теплообміну внутрішнього теплообмінника.

1.1 Приклад розробки схеми автоматизації для технологічного процесу хімічного реактора

Схема автоматизації технологічних процесів для різних хімічних виробництвах має відповідну структуру, котра складається з відповідних частин.

Об'єкт керування у якості якого може бути: окремий технологічний апарат у якому реалізується відповідний технологічний процес; група технологічних апаратів у вигляді технологічної лінії або установки; технологічні процеси відповідного цеху, як стадії у виробництві продукції.

Набір технічних засобів автоматизації у контурах контролю і регулювання параметрів процесу, котрі мають наступні пристрої і прилади:

- вимірювачі значень параметрів, які формують сигнали для системи автоматичного контролю технологічного процесу;
- пристрої для передачі сигналів до пульта керування відповідними процесами у апаратах, лініях, установках або у цеху;
- прилади, які показують у часі справжні значення вимірюваних параметрів процесу і можуть вмикати технологічну сигналізацію або систему аварійного захисту чи блокування;
- автоматичні регулятори та мікропроцесорні контролери, які забезпечують задане значення відповідного параметру з процесу за рахунок змінювання значень регулювальних впливів на відповідні параметри технологічного апарату;
- блоки ручного і дистанційного управління використовуються для запуску у роботу технологічного апарату або для робочої зупинки чи аварійної зупинки процесу згідно інструкцій з технологічного регламенту;
- технічні засоби для дистанційного управління електромоторами обладнання технологічного процесу;
- регулювальні клапани, які безпосереднє впливають: на змінювання витрати потоку сировини у апарат; на процеси нагрівання або охолодження; на змішування хімічних регентів у відповідних

співвідношеннях; на продуктивність окремого апарату, технологічної лінії, установки або цеху.

Комп'ютерна система контролю і управління технологічними процесами з хімічного виробництва забезпечує:

- безперервне спостереження за станом і роботою технічних засобів автоматизації;
- аналіз виробничих ситуацій і контроль та допомога для виконання відповідних дій технологічного персоналу у аварійних ситуаціях;
- економічний аналіз з ведення виробництва та облік виготовленої і реалізованої продукції.

Схема автоматизації будь якого технологічного процесу представляє собою набір контурів контролю та регулювання параметрів процесів у апаратах, які входять до складу технологічної схеми хімічного виробництва. Повну схему автоматизації технологічних процесів для усіх апаратів зі схеми виробництва можна проектувати при допомозі типових схем до контурів контролю, регулювання, сигналізації та дистанційного керування відповідно до ГОСТ 2.780, ГОСТ 2.788, ГОСТ 2.789, ГОСТ 2.790 та ГОСТ 2.795, а також на технологічні комунікації відповідно до властивості транспортованого середовища – ГОСТ 14202 та ГОСТ 2.784.

Креслення схеми автоматизації технологічного процесу виконується на аркушах стандартного формату А1 або А2. На цих форматних аркушах стандартами передбачені вимоги до місця розташування на полі креслення графічних елементів з технологічної схеми процесу і до графічних умовних позначень: первинних вимірювальних перетворювачів, пристроїв, приладів, регуляторів та елементів сигналізації і інших засобів автоматизації технологічного процесу.

На кресленні схеми автоматизації технологічного процесу зверху у полі в 2/3 від вертикального розміру форматного аркушу креслення розташовуються графічні зображення, які вказані допоміжними пояснювальними написами на рисунку (рис. 1.3). На полі у 1/3 знизу форматного аркушу креслення схеми

автоматизації (рис. 1.3) розміщуються штамп і графічне зображення з двома прямокутниками, на яких показуються графічні умовні позначення пристроїв і приладів, розташованих по місцю їх встановлення, та позначення приладів, регуляторів, перетворювачів сигналів та інших технічних засобів, встановлених на пульту керування технологічним процесом.

Для зображення схеми технологічного процесу треба витримувати співвідношення товщини ліній у зображеннях трубопроводів і апаратів. Лінії у рисунку апарату повинні бути товщиною у 3 тов. (тов. це мінімальна товщина обраної лінії у графічному редакторі), а у зображеннях ліній технологічних трубопроводів потрібно використовувати товщину у 4 тов..

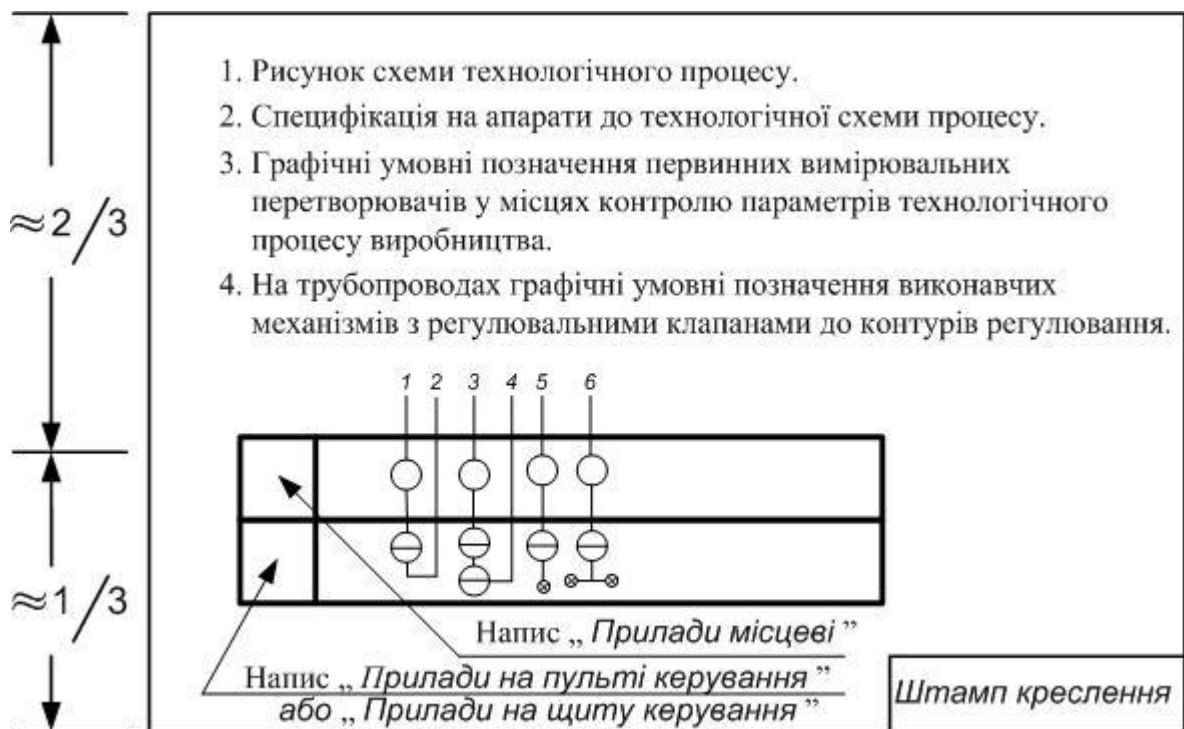



Рис. 1.3. Загальне розташування графічних зображень на полях креслення схеми автоматизації технологічного процесу.

Кожна лінія у зображенні технологічного трубопроводу на вході у апарат повинна закінчуватися стрілкою у вигляді трикутника. Стрілка на лінії трубопроводу повинна мати відповідні розміри і формат у залежності від властивості сировини та стану потоку у трубопроводі. У таблиці 1.1 показані вимоги для формату стрілок на лініях у зображеннях трубопроводів та умовні числові позначення ліній для трубопроводів з технологічними потоками. У

таблиці 1.2 показані умовні числові позначення для ліній трубопроводів з технологічними потоками інертних, горючих газів та вибухонебезпечних газів.

Таблиця 1.1. Формати і розміри стрілок для зображення технологічних трубопроводів на схемах автоматизації технологічних процесів.

№ п/п	Формат стрілки на позначенні лінії технологічного трубопроводу	Властивості потоку у технологічному трубопроводі	Розміри відповідно до стандартів
1		Потік у трубопроводі, як газ або пара, наприклад, газові залишки та ін..	
2		Потік у трубопроводі, як суцільна рідина, наприклад, вода, кислота, луг та ін..	
3		Потік у трубопроводі, як суміш рідини і газу, наприклад, суспензія, газ з конденсатом та ін..	
4		Трубопровід з потоком води	
5		Трубопровід з потоком пари	
6		Трубопровід з потоком повітря	
7		Трубопровід з потоком азоту	
8		Трубопровід з потоком кисню	

Графічні умовні позначення первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) на полі у 2/3 форматного аркушу рисуються товщиною у 2 *тов.* і з такою же товщиною ліній рисуються умовні графічні зображення регулювальних клапанів на трубопроводах, а лінії з передачі сигналів між пристроями і приладами потрібно рисувати товщиною у 1 *тов.* .

Таблиця 1.2. Умовні цифрові позначення на зображеннях технологічних трубопроводів у схемах автоматизації технологічного процесу.

Назва технологічного потоку в трубопроводі	Умовне цифрове позначення до лінії трубопроводу на схемах автоматизації
<u>Інертні гази:</u>	
Аргон	6
Неон	7
Гелій	8
Криптон	9
Ксенон	10
Аміак	11
<u>Потік рідини:</u>	
Кислота	12
Луг	13
Масило	14
Рідке паливо	15
<u>Горючі та вибухонебезпечні гази:</u>	
Водень	16
Ацетилен	17
Фреон	18
Етан	19
Метан	20
Етилен	21
Пропан	22
Пропілен	23
Бутан	24
Бутилен	25

На (рис. 1.3) показано, що на полі знизу креслення у 1/3 форматного аркушу верхній прямокутник використовується для розташування умовних позначень пристроїв і приладів та технічні засоби, які встановлені біля технологічних трубопроводів і апаратів (по місцю монтажу пристроїв і

приладів), тобто графічні позначення для місцевих приладів і технічних засобів рисуються у прямокутнику з назвою «Прилади місцеві» і його мінімальна допустима висота прямокутника повинна бути у 50 мм., а більша висота прямокутника з назвою «Прилади місцеві» не має обмеження.

Другій прямокутник (рис. 1.3) на полі у 1/3 з низу форматного аркушу креслення схеми автоматизації використовується для зображень графічних умовних позначень: приладів, регуляторів, блоків ручного управління, елементів сигналізації та інших технічних засобів автоматизації, які встановлюються на панелі пульта керування або на щиту керування технологічним процесом.

Цей прямокутник повинен мати назву «Прилади на пульта керування» або «Прилади на щиту керування» і також мінімальний допустимий розмір по висоті дорівнює 50 мм. , а більша висота прямокутника не має обмеження.

На кресленні схеми автоматизації технологічного процесу лінії сигналів про значення параметрів процесу вимірюваних первинними вимірювальними перетворювачами, між приладами і регуляторами та регульовальними клапанами, а також між елементами сигналізації та іншими технічними засобами автоматизації рисуються товщиною у 1 тов.. Лінії сигналів для пристроїв, приладів та регуляторів на кресленні схеми автоматизації можна рисувати такими двома методами:

- **методом безперервної лінії зв'язку** між пристроями та приладами схеми, тобто лінія сигналу починається від графічного позначення первинного вимірювального перетворювача (датчика) і рисується безперервною лінією до наступного приладу і регулятора, а також від регулятора до графічного позначення регульовального клапану. Такий метод рисування ліній сигналів можна використовувати на схемах з автоматизації процесів, у яких технологічна схема процесу має мало трубопроводів і апаратів;

- **методом адресної лінії зв'язку** між пристроями та приладами схеми, тобто лінія сигналу починається від графічного позначення первинного вимірювального перетворювача (датчика) на полі 2/3 креслення і графічними позначеннями технічних засобів автоматизації, які розташовуються на полі 1/3 у

прямокутниках: «Прилади місцеві» та «Прилади на пульті керування». По даному методу лінія сигналу з зображенням у 1 тов. від графічного позначення первинного вимірювального перетворювача (датчика) рисується довжиною у 15-20 мм., а потім закінчується і позначається умовним цифровим адресом. Далі з цього адресу починається лінія сигналу до технічних засобів, зображених на полі 1/3 креслення, тобто на вході до прямокутника «Прилади місцеві» та на виході сигналів з прямокутника «Прилади місцеві» для адресів зображених лініями сигналів на вході у графічні умовні позначення регулювальних клапанів. Лінія сигналу на виході від прямокутника «Прилади місцеві» рисується довжиною 15-20 мм та позначається збільшеними на одиницю цифровими адресами і далі з цих цифрових адресів на полі 2/3 рисується лінія сигналу товщиною у 1 тов. і довжиною 15-20 мм до графічного позначення регулювального клапану на технологічному трубопроводі.

На кресленні схеми автоматизації адреси ліній сигналів на вході та виході біля прямокутника «Прилади місцеві» повинні розташовуватися у порядку зростання. Метод адресної лінії зв'язку сигналів між графічними позначеннями технічних засобів на схемах автоматизації процесів використовується, коли зображення технологічної схеми процесу має багато трубопроводів і технологічних апаратів. На кресленні схеми автоматизації процесу шрифт написів для функцій приладів, регуляторів та інших технічних засобів автоматизації повинен бути одного розміру і формату.


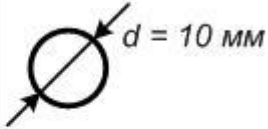

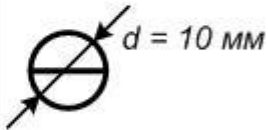
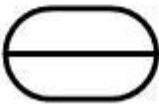
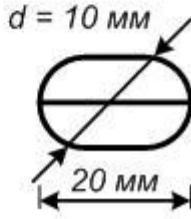
Креслення на аркушу формату А1 або А2 зі схеми автоматизації технологічного процесу хімічного виробництва виконуються на комп'ютері за допомогою графічного редактора з дотримуванням вимог, наведених на рис. 1.3 та у таблиці 1.1 і таблиці 1.2.

На кресленні схеми автоматизації технологічного процесу рисуються контури: контролю і регулювання; дистанційного управління; технологічної сигналізації; аварійного захисту та технологічного блокування. В усіх цих контурах, зображених на кресленні схемі, потрібно показувати графічні умовні позначення на технічні засоби автоматизації, які використовуються у контурах.

Графічні умовні позначення технічних засобів у контурах схеми автоматизації згідно вимог стандартів повинні мати задані розміри і товщину ліній:

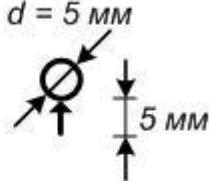


- лініями у 1 тов. рисуються лінії (ланцюги) передачі сигналів між технічними засобами;
- лініями у 2 тов. рисуються графічні умовні позначення технічних засобів, зображення яких з відповідними розмірами, показано у таблиці (1.3) та у таблиці (1.4).

Таблиця 1.3. Графічні умовні позначення для пристроїв і приладів на схемах автоматизації технологічних процесів.

N п/п	Графічні і умовні позначення пристроїв і приладів	Призначення графічного умовного позначення	Розміри графічного умовного позначення
1		Використовується для технічних засобів автоматизації, які встановлюються біля трубопроводів та апаратів (по місцю)	
2		Використовується для технічних засобів автоматизації, які встановлюються на панелі пульту або щита керування.	
3		Використовується для багатофункціональних технічних засобів автоматизації, які встановлюються на панелі пульту або щита керування.	

У графічних позначеннях пристроїв і приладів на схемах автоматизації при допомозі літерних символів вказуються функціональні признаки, які технічний засіб автоматизації повинен виконувати у контуру контролю і регулювання технологічного параметру. Для графічного позначення технічного засобу автоматизації стандартами передбачено: основна таблиця (1.5.) та додаткова таблиця (1.6) літер для позначення функцій у пристроїв, приладів і регуляторів.

Таблиця 1.4. Графічні умовні позначення для технічних засобів на схемах автоматизації технологічних процесів.

N п/п	Графічні і умовні позначення технічних засобів автоматизації	Призначення графічного умовного позначення	Розміри графічного умовного позначення
1		Загальне позначення виконавчого механізму, до якого подається вихідний сигнал від автоматичного регулятора	
2		Позначення виконавчого механізму з нормальним відкриттям клапану, який повністю відкриває трубопровід при аварії або відсутності сигналу від автоматичного регулятора	
3		Позначення виконавчого механізму з нормальним закриттям клапану, який повністю закриває трубопровід при аварії або відсутності сигналу від автоматичного регулятора	
4		Позначення виконавчого механізму з фіксованим положенням клапану, який частково закриває трубопровід при аварії або відсутності сигналу від автоматичного регулятора	
5		Позначення виконавчого механізму з ручним приводом для відкриття і закриття трубопроводу при аварії або відсутності сигналу від автоматичного регулятора	
6		Позначення клапану на лінії технологічного трубопроводу	
7		Позначення виконавчого механізму з клапаном на лінії технологічного трубопроводу (регулювальний клапан)	
8		Позначення сигнального елемента на схемах автоматизації (сигнальна лампочка або світлове табло)	

Таблиця 1.5. Основна таблиця літер для позначень функцій у графічних позначеннях технічних засобів автоматизації.

Літера для позначення	Вимірювальний параметр		Функції, які виконуватиме технічний засіб		
	Основне значення першої літери	Додаткове значення, яке уточнює першу літеру	Показ інформації	Формування вихідного сигналу	Додаткове значення
A			Сигналізація		
C				Регулювання, керування	
D	Густина	Різниця, перенад			
E	Електричний параметр будь-який				
F	Витрата	Співвідношення частка, дроб			
G	Розмір, зміщення, положення				
H	Ручний вплив				Верхня границя значення параметру
I			Показання		
J		Автоматичне перемикання, оббігання			
K	Час, часова програма				
L	Рівень				Нижня границя значення параметру
M	Вологість				
P	Тиск, вакуум				
Q	Якість, склад, концентрація	Інтегрування, сумування			
R	Радіоактивність		Реєстрація		
S	Швидкість, частота			Вмикання, вимикання, перемикання	
T	Температура				
U	Декілька різних контрольованих параметрів				
V	В'язкість				
W	Маса				
B, N, O, Z		Резервні літери, для котрих потрібно вказати пояснення			

Таблиця 1.6. Додаткова таблиця літер для позначень функцій у графічних позначеннях технічних засобів автоматизації.

Позначення функцій	Призначення літери
E	Чутливий елемент первинного вимірювального перетворювача
T	Дистанційне передавання сигналу до пульта керування
Y	Перетворювач сигналів або виконується функція з обчислень
<u>Тип сигналу:</u>	
E	Електричний сигнал
P	Пневматичний сигнал
G	Гідравлічний сигнал
<u>Вид сигналу:</u>	
A	Аналоговий сигнал
D	Дискретний сигнал

Позначення функцій технічного засобу записується з декількома літерами і завжди перша літера показує назву технологічного параметру, якій контролюється і регулюється відповідним контуром у схемі автоматизації технологічного процесу. Функції при допомозі літер у графічних позначеннях технічних засобів записують і читають по відповідних правилах, які передбачені вимогами стандартів.

Умовне графічне позначення технічного засобу (рис. 1.4) з записаними функціями має два поля:

- зверху послідовно з ліва на право записується літера (символ) технологічного параметру з контрольованого процесу, а за ним вказуються літери до функцій, які виконуються технічним засобом;
- знизу вказується позиція технічного засобу на схемі автоматизації технологічного процесу. Позиція технічного засобу складається з двох частин: ліва - вказує порядковий номер контуру контролю або регулювання на схемі

автоматизації; права – вказує на послідовний номер технічного засобу у контуру контролю і регулювання.

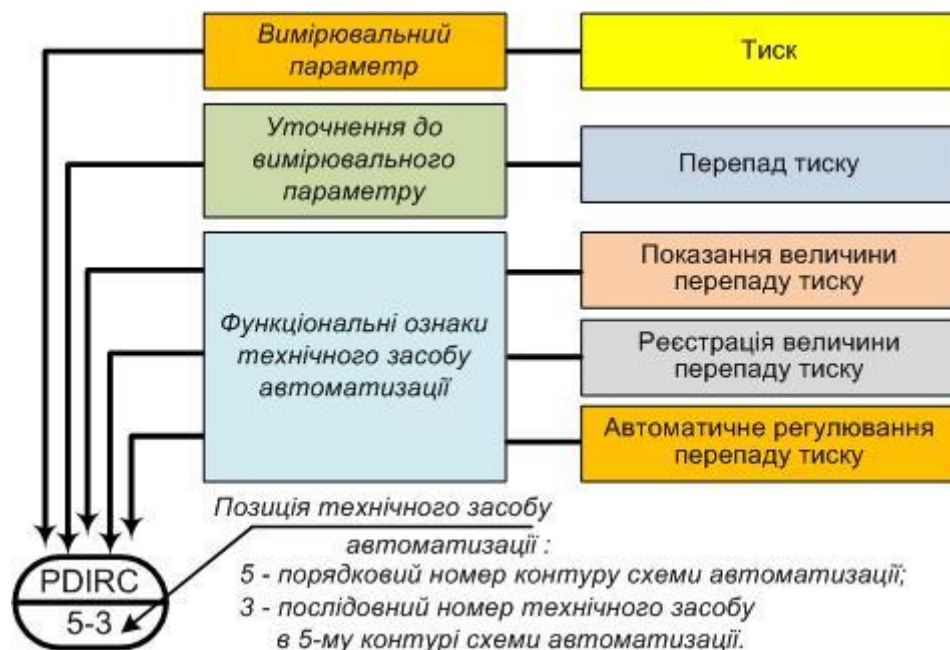


Рис. 1.4. Структура літер у позначенні функцій технічного засобу автоматизації.

Структура заповнення літер у графічному умовному позначенні технічного засобу автоматизації показано на рис. 1.4. На рисунку (рис. 1.4) наведена блок-схема з позначеними функціями для приладу поз. 5-3 і вона показує, що літеру **P** обрано у таблиці 1.5 з колонки «Основне значення першої літери», літеру **D** – з колонки «Додаткове значення, яке уточнює першу літеру», літери **I та R** – з колонки «Відображення інформації», літера **C** – з колонки «Формування вихідного сигналу». Літера **P** вказує назву контрольованого технологічного параметру, а усі інші літери уточнюють відповідні функції приладу до першої літери **P**.

Для технологічної схеми процесу хімічного реактора далі розглянемо різні типові схеми контурів контролю та регулювання. При допомозі цих типових схем можна побудувати потрібну схему автоматизації технологічних процесів з хімічного виробництва.

1.2 Типові схеми контурів контролю і керування для розробки схеми автоматизації технологічного процесу

Схему автоматизації технологічного процесу розробляють завжди у вигляді набору потрібних контурів для контролю і регулювання технологічних параметрів та дистанційного управління електромоторами і електричним обладнанням технологічного процесу. Графічне зображення схеми кожного контуру залежить від місця монтажу технічних засобів автоматизації на виробництві. Вимірювачі технологічних параметрів завжди встановлюються біля технологічного трубопроводу – «по місцю» або біля корпусу апарату. Пристрої, які забезпечують передачу сигналу від вимірювача параметру до приладів на пульту керування встановлюються також «по місцю». Прилади, які показують значення параметру по сигналу вимірювача, можуть також встановлюватися «по місцю». Автоматичні регулятори і мікропроцесорні контролери параметрів та більшість приладів і пристроїв встановлюються на пульту керування, де знаходяться робочі місця технологічного персоналу. Кількість технічних засобів у контуру контролю чи регулювання параметрів визначаються видами сигналів у ланцюгах між приладами і пристроями та функціональними завданнями призначення технічних засобів автоматизації.

Далі у посібнику розглянемо приклади типових схем для контурів контролю і регулювання параметрів з урахуванням можливого місця монтажу технічних засобів на виробництві. Типові схеми для контурів контролю і регулювання параметрів будемо розглядати на прикладу технологічної схеми процесу хімічного реактора з рисунку (рис. 1.1). На основі розглянутих типових схем для контурів контролю і регулювання параметрів складемо повну схему автоматизації технологічного процесу хімічного реактора з ендотермічним процесом (рис.1.1).

1.2.1 Типова схема для контуру контролю параметрів процесу при монтажу технічних засобів біля трубопроводів і апаратів

Типову схему контурів контролю параметрів «по місцю» розглянемо на прикладу об'єкту автоматизації, у якому технологічний процес передбачає

змішування потоку сировини А та потоку суспензії сировини Б з нагріванням реакційної маси суміші перегрітим паром та має технологічну схему, яку наведено на (рис. 1.5). Аналіз технологічної схеми процесу (рис. 1.5) показує, що при змішуванні сировини А з сировиною Б у хімічному реакторі виникає ендотермічна реакція (потрібно додаткове тепло) і для підтримки теплового режиму даної реакції у трубчастий теплообмінник подається перегріта пара. Суміш з хімічного реактора подається далі у наступний технологічний апарат згідно технологічної схеми хімічного виробництва.

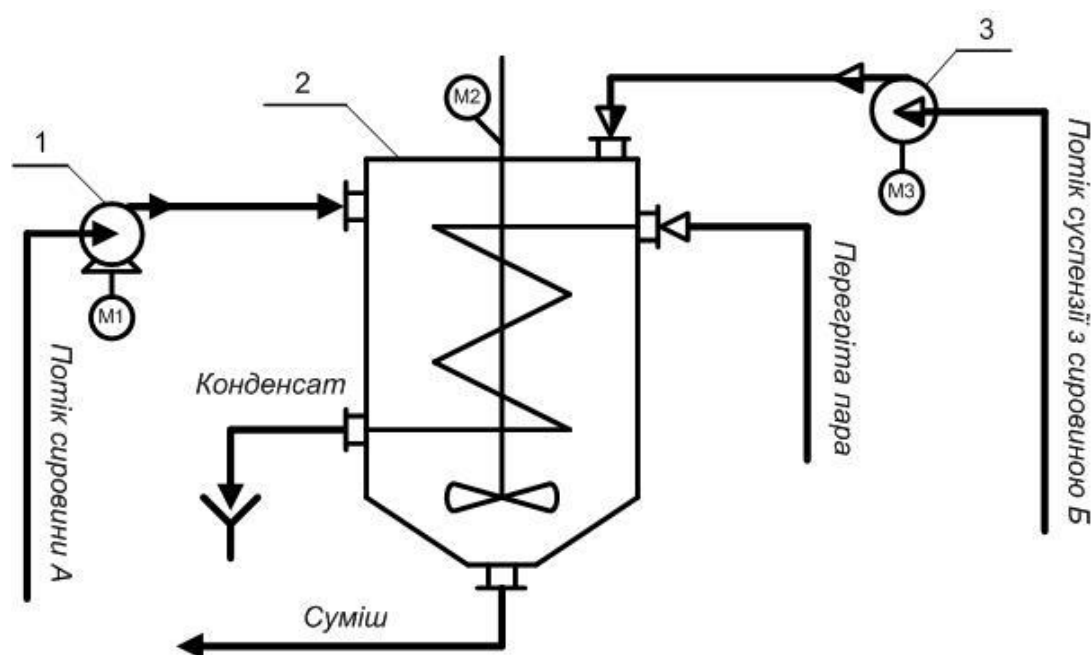


Рис. 1.5. Технологічна схема об'єкта керування для використання у прикладах типових схем побудування контурів контролю і регулювання параметрів технологічного процесу:
1 – відцентровий насос потоку сировини А; 2 – корпус реактора з трубчастим теплообмінником; 3 – ротаційний насос потоку сировини Б.

Для хімічного реактора (рис. 1.5) створимо типову схему (рис. 1.6) з контурами контролю параметрів технологічного процесу, коли на хімічному виробництві технічні засоби автоматизації необхідно встановлювати «по місцю» при монтажу на відповідних трубопроводах. На (рис. 1.6) показано типову схему з контурами контролю таких технологічних параметрів:

- температура потоку сировини А на вході у хімічний реактор;
- значення рН потоку суміші на виході з хімічного реактора;

- значення тиску перегрітої пари у трубопроводі на вході у трубчастий теплообмінник;
- температура потоку сировини Б на вході у хімічний реактор.

Типова схема (рис. 1.6) виконана адресним методом. Контури з контролю температури потоку сировини А і потоку сировини Б складаються з таких технічних засобів автоматизації:

- первинного вимірювального перетворювача значення технологічного параметру (температура) у пропорційний фізичний сигнал, який на типовій схемі показано графічним позначенням з позицією (поз. 1-1) та графічним позначенням з позицією (поз. 4-1);
- приладів, котрі встановлені біля трубопроводів (по місцю їх монтажу) і показують вимірюване значення температури потоку. На типовій схемі вони зображені з позиціями (поз. 1-2) та (поз. 4-2).

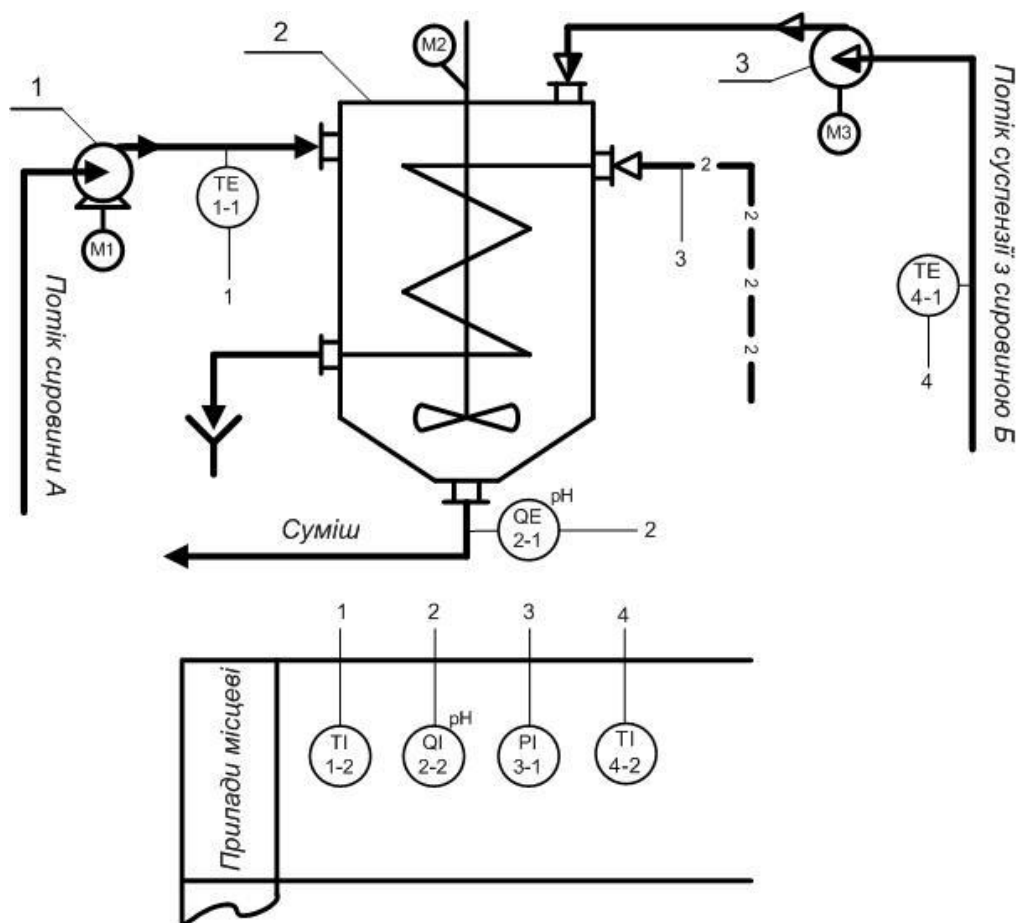


Рис. 1.6. Типова схема контурів контролю технічними засобами автоматизації, встановленими по місцю вимірювання параметрів технологічного процесу.

Контроль значення **pH** суміші на виході з реактора забезпечується вимірювачем **pH** (поз. 2-1) і показується приладом (поз. 2-2), котрий передбачено встановлювати на виробництві біля трубопроводу суміші. В контуру контролю тиску перегрітої пари на вході у теплообмінник позначення **PE** не використовується тому, що чутливий елемент первинного вимірювального перетворювача тиску не є окремим технічним засобом контролю, а знаходиться у корпусі манометру, котрий передбачається встановлювати на трубопроводі перегрітої пари (поз. 3-1). Прилади з позиціями (поз. 1-2), (поз. 2-2) та (поз. 4-2) при монтажу на виробництві передбачено встановлювати біля трубопроводів і тому відповідно до правил побудови схеми автоматизації адресним методом вони показуються на типовій схемі у полі прямокутника з назвою «Прилади місцеві». Технічні засоби, які встановлюються «по місцю», можуть бути змонтованими у спеціальних герметичних шафах або на окремих панелях, розташованих біля технологічного апарату. Наприклад, вимірювальні манометри (поз. 3-1) для контролю тиску встановлюються прямо на відповідному технологічному трубопроводу.

На типовій схемі лінії сигналів з адреси 1, 2, 3 та 4 від вимірювальних пристроїв умовні і можуть бути задані первинним вимірювальним перетворювачам (датчикам) в іншому порядку, який визначає розробник схеми автоматизації технологічного процесу.

1.2.2 Типова схема з контурами контролю параметрів процесу при встановленні приладів на пульту керування

При автоматизації технологічних процесів хімічного виробництва пульт керування або щит керування встановлюється в окремому виробничому приміщенні з назвою «операторська», яке розташовується на відстані у сотні метрів від обладнання технологічного процесу. Для передачі сигналів від первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків) на відстань встановлюються додаткові пристрої, які слабкий сигнал вимірювача параметру нормалізують до величини стандартного сигналу і забезпечують дистанційну

передачу сигналу про значення параметру на пульт керування (щит керування). В операторському приміщенні знаходиться технологічний робочий персонал, який веде спостереження за технологічним процесом і за роботою технічних засобів контролю і регулювання. На рис. 1.7 показана типова схема контурів контролю технологічних параметрів на пульті керування і ця схема також виконана по адресному методу. Відмінність типової схеми рис. 1.7 від типової схеми рис. 1.6 у тім, що графічні умовні позначення приладів, які забезпечують показання значень контрольованих параметрів (поз. 1-3), (поз. 2-3), (поз. 3-3), (поз. 4-3), (поз. 5-2), (поз. 6-3) та (поз.7-3) зображені на полі прямокутника з назвою «Прилади на пульті керування» і також графічне позначення цих приладів ($d = 10$ мм) на кружечку мають ще горизонтальну лінію. Лінія горизонтальна на графічному позначенні технічного засобу вказує, що прилад передбачено встановлювати на панелі пульту керування.

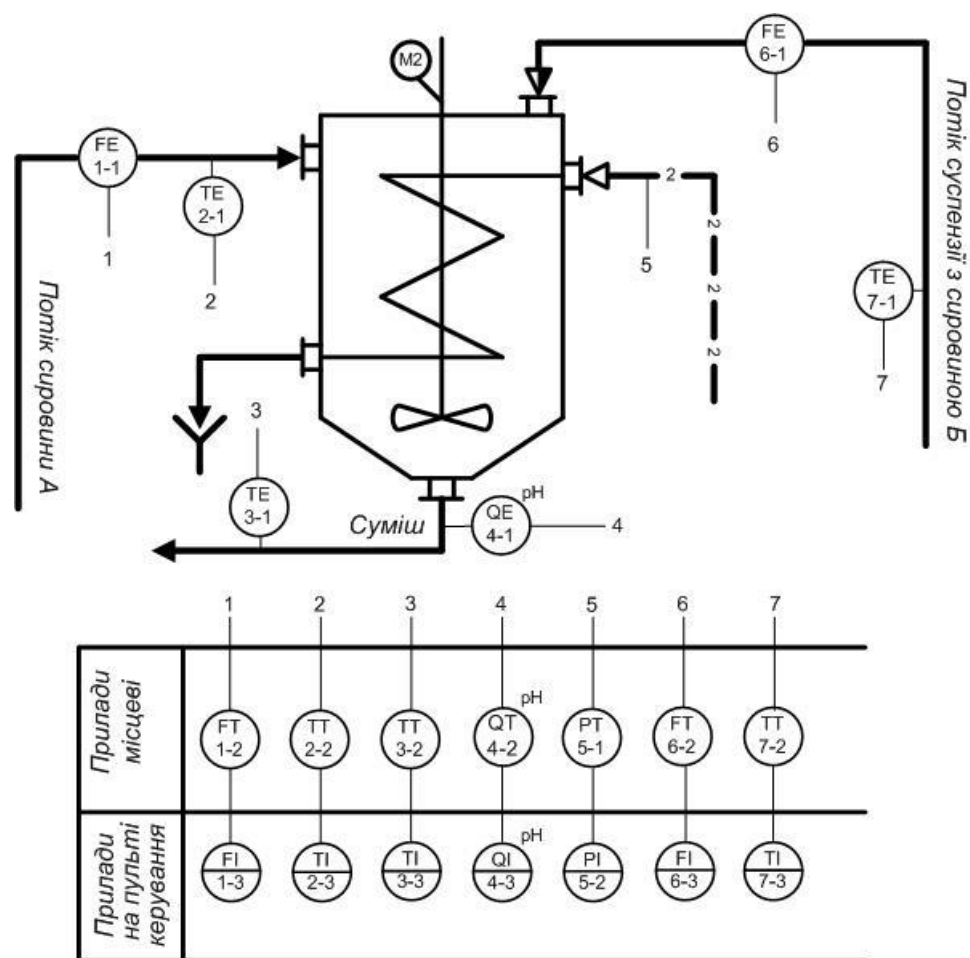


Рис. 1.7. Типова схема з контурами контролю параметрів технологічного процесу і приладами, встановленими на пульті керування.

Графічні умовні позначення первинних вимірювальних перетворювачів для витрати потоку сировини А (поз. 1-1) та витрати потоку сировини Б (поз. 6-1) показані на схемі з розрізом лінії технологічного трубопроводу. Таке зображення графічного позначення вимірювача витрати з літерами **FE** обумовлено правилами монтажу витратоміру між фланцями трубопроводу і з закріпленням витратоміру з'єднувальними болтами з трубопроводом. Графічні умовні позначення вимірювачів з літерами **TE** (поз. 2-1), (поз. 3-1) та (поз. 7-1) рисуються біля лінії технологічного трубопроводу тому, що вимірювач температури закріплюється при допомозі штуцера, котрий з'єднується зваркою до трубопроводу. Технічні засоби з графічними позначеннями літерами **FT** (поз. 1-2), **TT** (поз. 2-2), **QT** (поз. 4-2), **PT** (поз. 5-1), **FT** (поз. 6-2) та **TT** (поз. 7-2) використовуються для формування стандартного сигналу про відповідне значення контролюваного параметру, який потрібно передавати на відстань для приладів на пульту керування позначеними на схемі літерами **FI** (поз. 1-3), **TI** (поз. 2-3), **QI^{PH}** (поз. 4-3), **PI** (поз. 5-2), **FI** (поз. 6-3) та **TI** (поз. 7-3).

1.2.3 Типова схема контурів контролю параметрів процесу з технологічною сигналізацією на пульту керування

У технологічних процесах на хімічних виробництвах деякі технологічні параметри контролюються у допустимому інтервалі змінювання значення згідно технологічного регламенту на процес. Таки контури контролю параметрів мають технологічну сигналізацію, яка при допомозі елементів сигналізації (сигнальні лампочки або світлові табло) попереджають робочій технологічний персонал про відхилення значення параметру за допустиме мінімальне значення або за допустиме максимальне значення, що дозволяє оцінювати ситуацію по веденню процесу у апарату. Потоки сировини **А** і сировини **Б** подаються з інших стадій виробництва і тому за температурами **TE** (поз. 1-1) та **TE** (поз. 3-1) ведеться спостереження контурами контролю з технологічною сигналізацією (рис. 1.8).

Для температур **TE** (поз. 1-1) та **TE** (поз. 3-1) контроль відхилення за максимальне значення вказано символом **H** (max), а за мінімальне – символом **L**

(min) і ці значення налаштовуються у блоках сигналізації приладів (поз. 1-3) та (поз. 3-3). У графічному умовному позначенні приладів (поз. 1-3) і (поз. 3-3) вказано символ **A**, який показує, що є сигналізація на панелі приладу, а символ **S** вказує, що прилади формують дискретний струмовий сигнал для включення живлення електромагнітного реле (поз. **KM1**) та (поз. **KM2**) контакти, котрих забезпечують підключення струму для відповідних сигнальних елементів **HL1** і **HL2** та відповідно **HL3** і **HL4**.

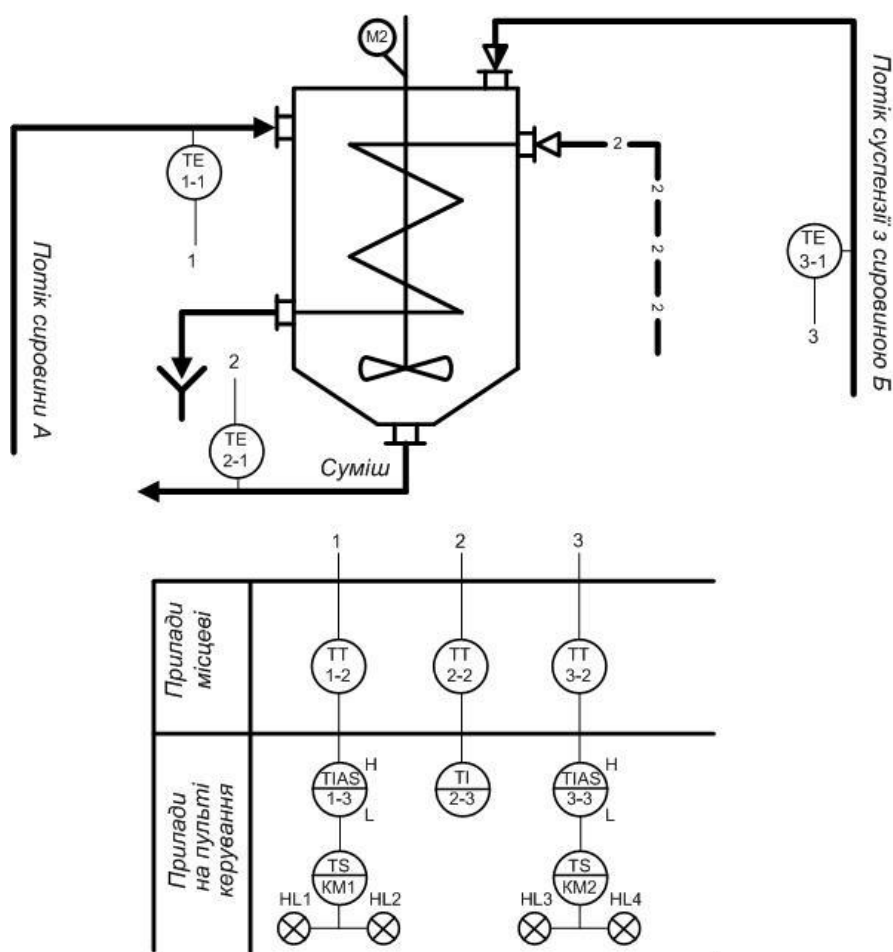


Рис. 1.8. Типова схема контурів контролю параметрів процесу з технологічною сигналізацією на пульті керування.

Сигнальні елементи **HL1** та **HL3** можуть бути білого або жовтого кольору і вони вмикаються, коли температури (поз. 1-1) і (поз. 3-1) відхиляються за мінімальне допустиме значення, а лампочки **HL2** та **HL4** можуть бути червоного кольору при відхиленні відповідної температури за максимальне допустиме значення згідно технологічного регламенту на процес.

1.2.4 Типова схема з контурами регулювання параметрів технологічного процесу

В схемах автоматизації процесів у контурах регулювання технологічних параметрів апарату потрібно на пульті керування вказувати графічне позначення з функцією автоматичного регулятора та вихідним сигналом на регулювальний клапан, котрий встановлюється на відповідному технологічному трубопроводі. На (рис. 1.9) показано типову схему з контурами регулювання витрати сировини **A** на вході у технологічний апарат і температури суміші на виході хімічного реактора.

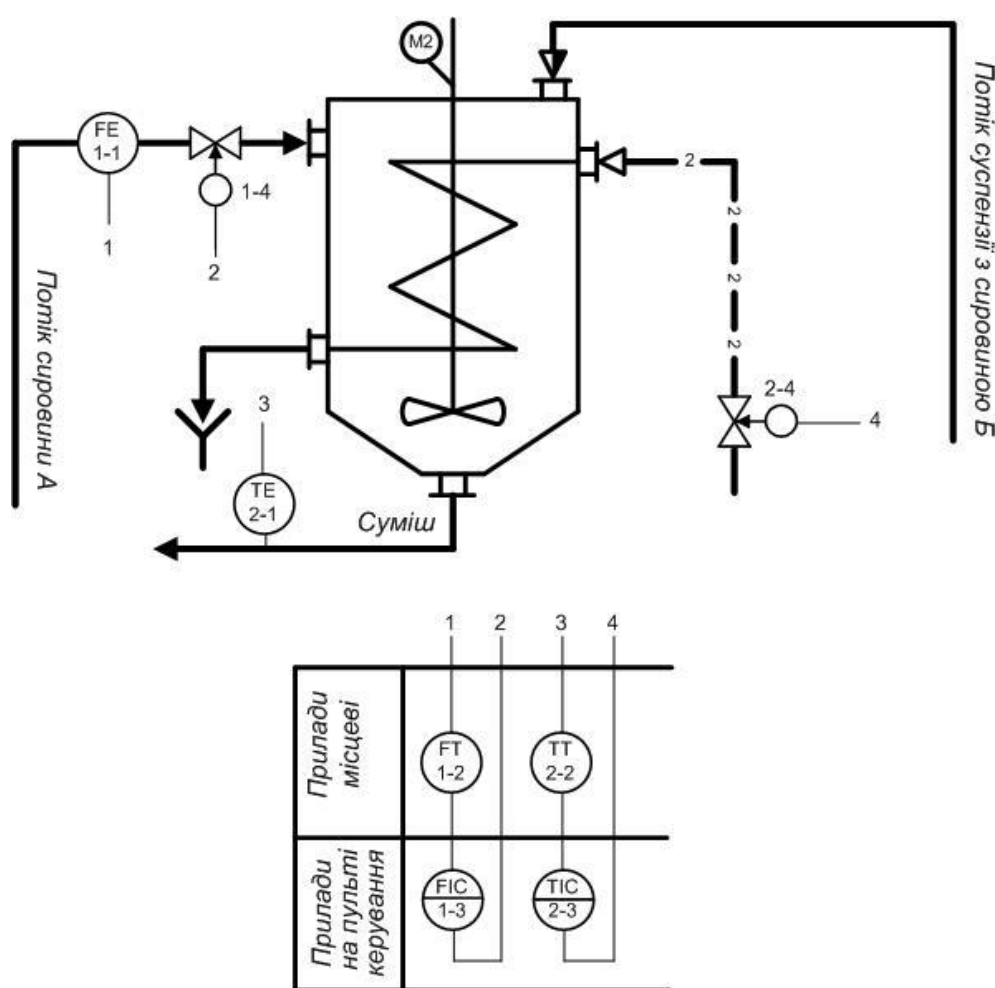


Рис. 1.9. Типова схема контурів регулювання параметрів технологічного процесу.

Контур регулювання витрати сировини **A** на вході у хімічний реактор потрібен, щоби автоматичний регулятор витрати забезпечував задане навантаження на апарат, тобто потрібну продуктивність процесу хімічного реактора. При налаштуванні у автоматичного регулятора (поз. 1-3) завдання для

витрати сировини **A** на мінімальну витрату технологічний процес у апарату буде проходити з мінімальною продуктивністю, а при налаштуванні у регулятора завдання на максимальну витрату сировини **A** тоді регулятор (поз. 1-3) буде забезпечувати максимальну продуктивність технологічного процесу. На регулювальний клапан (поз. 1-4) подається вихідний сигнал від регулятора (поз. 1-3) для впливу на виконавчий механізм, який для потрібного значення витрати сировини **A** змінює на трубопроводі положення клапану, тобто прохідний отвір для потоку сировини у трубопроводі на вході у хімічний реактор.

Вихідний сигнал від автоматичного регулятора температури (поз. 2-3) подається на регулювальний клапан (поз. 2-4), встановлений на трубопроводі перегрітої пари. Регулювальний клапан на трубопроводі перегрітої пари змінює витрату пари у теплообмінник реактора, якій впливає на процес теплообміну між масою суміші у корпусу реактора та трубчастим теплообмінником. Технічні засоби з позначеннями **FT** (поз. 1-2), **TT** (поз. 2-2) забезпечують формування стандартних електричних сигналів згідно вимірюваного значення параметру та одночасну передачу сигналів на пульту керування технологічним процесом хімічного реактора.

1.2.5 Типова схема контурів регулювання параметрів процесу з використанням перетворювачів сигналів між приладами

В схемах автоматизації технологічних процесів контури регулювання можна будувати з використанням електричних та пневматичних сигналів між технічними засобами автоматизації.

Пневматичні виконавчі механізми регулювальних клапанів мають більш просту конструкцію і менший час (інерційність) на виконання регулювального впливу по сигналу від автоматичного регулятора. Електричні виконавчі механізми регулювальних клапанів у конструкції мають електромотор і тому потрібно більше часу на виконання регулювального впливу по сигналу від автоматичного регулятора

Для узгодження типів сигналів між технічними засобами у контурах контролю і регулювання технологічних параметрів використовуються

перетворювачі сигналів, які вхідний стандартний сигнал перетворюють у стандартний сигнал іншого типу (електричний у пневматичний або пневматичний у електричний).

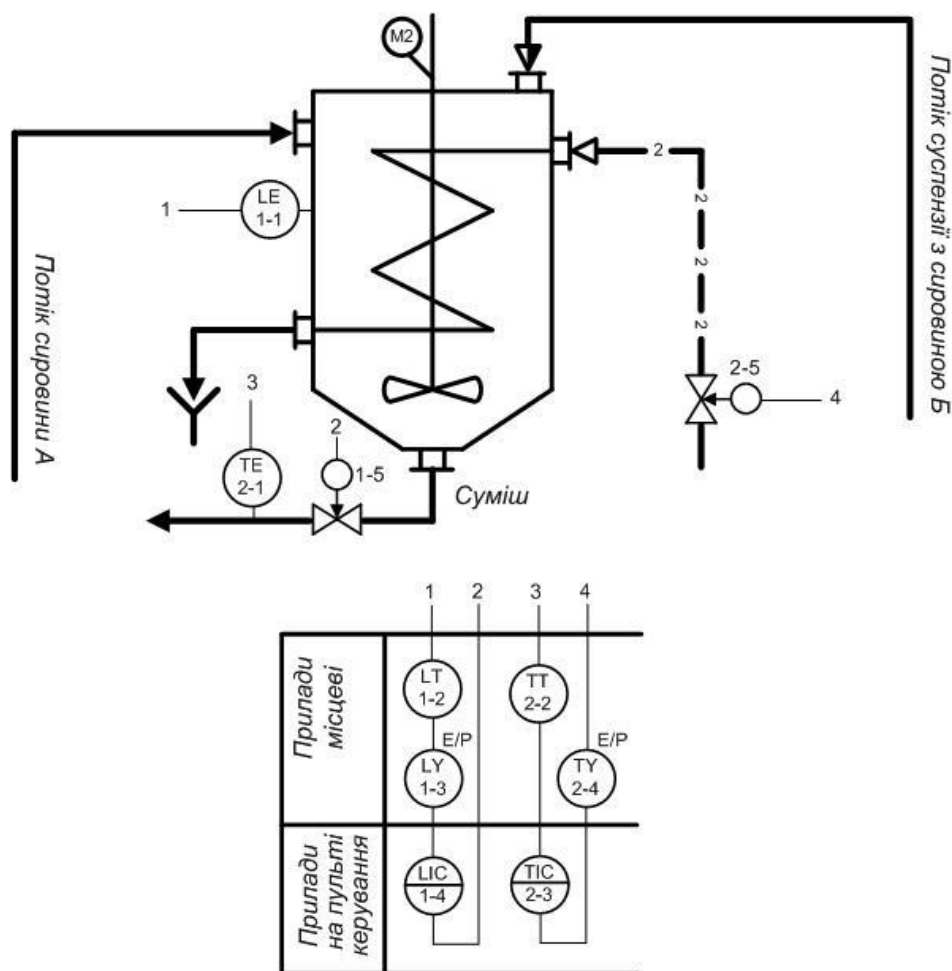


Рис. 1.10. Типова схема контурів регулювання параметрів технологічного процесу з використанням перетворювачів сигналів між технічними засобами.

На рис. 1.10 показані перетворювачі електричного вхідного сигналу у пневматичний вихідний сигнал (Е/Р). У контурі регулювання рівня суміші у хімічного реактора технічні засоби (поз. 1-1) та (поз. 1-2) використовують стандартний електричний сигнал, а автоматичний регулятор рівня (поз. 1-4) і регулювальний клапан (поз. 1-5) використовують пневматичний стандартний сигнал (тиск повітря). Тому у ланцюгу сигналу між пристроєм (поз. 1-2) та регулятором (поз. 1-4) передбачено використання електропневматичного перетворювача сигналів (поз. 1-3). Технічні засоби (поз. 2-1), (поз. 2-2) та автоматичний регулятор температури (поз.2-3) використовують стандартні

електричні сигнали і тільки на регулювальний клапан (поз. 2-5) подається пневматичний стандартний сигнал, який змінюється згідно значення електричного вихідного сигналу з автоматичного регулятора (поз. 2-3).

1.2.6 Типова схема і робота контуру регулювання співвідношення параметрів процесу хімічного реактора

На хімічних виробництвах технологічні процеси проводяться відповідно до вимог технологічного регламенту і для більшості хімічних процесів кількість різних видів сировини подається у технологічний апарат в необхідному співвідношенні, щоби хімічна реакція проходила у заданому напрямку.

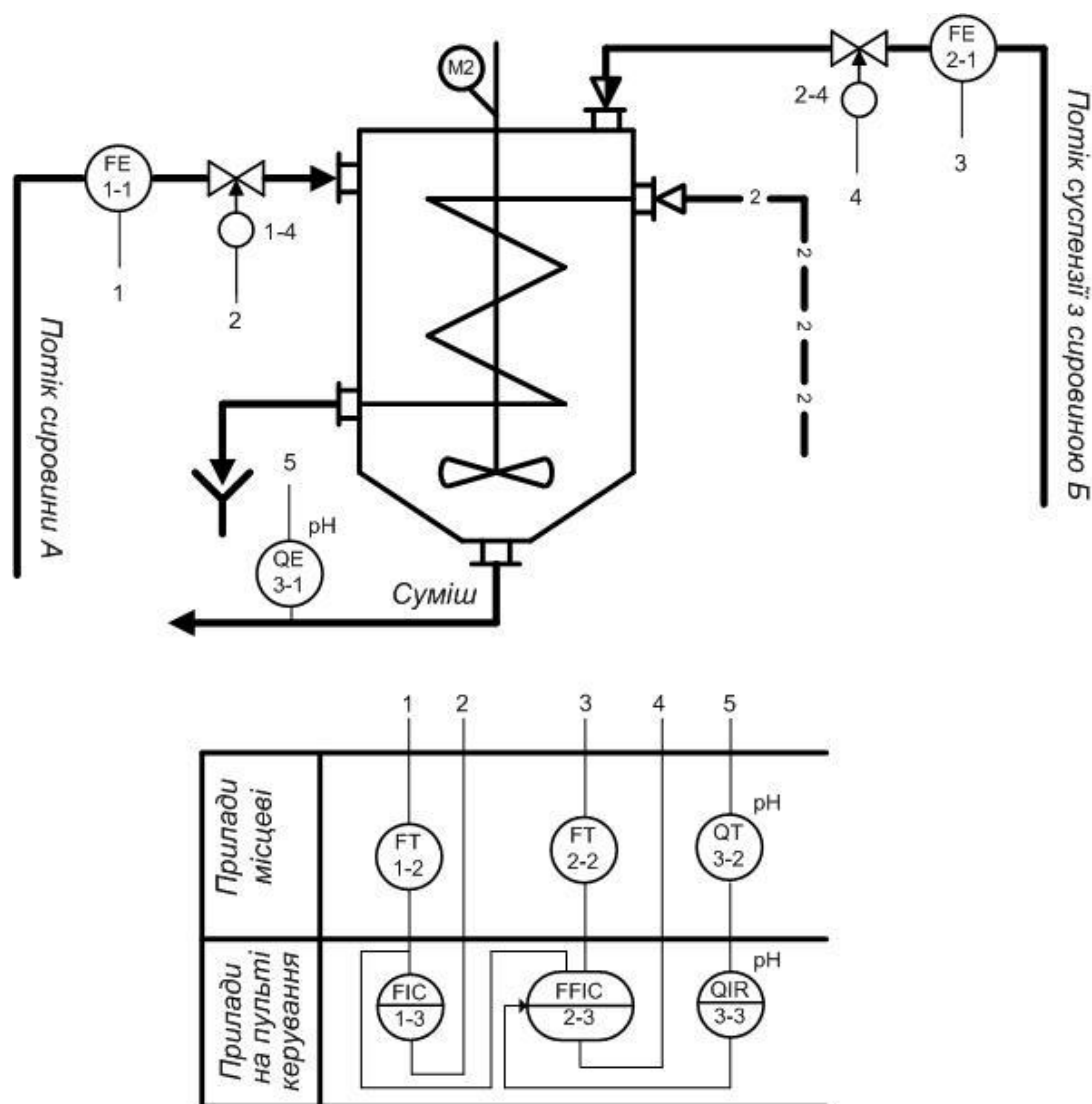


Рис. 1.11. Типова схема контурів регулювання співвідношення витрат потоків сировини для процесу хімічного реактора.

При змінах продуктивності технологічного апарату за рахунок збільшення або зменшення навантаження процесу (витрат сировини) контур регулювання співвідношення параметрів автоматично забезпечує необхідну подачу потоків сировини на вході у технологічний апарат. На (рис. 1.11) регулятор витрати **FIC** (поз. 1-3) згідно налаштованого завдання забезпечує потрібну витрату сировини **A** на вході у хімічний реактор (продуктивність) і також одночасно сигнал про вимірюване значення витрати сировини **A** подається на вхід регулятора співвідношення витрат (поз. 2-3).

Завдання у регулятора (поз. 1-3) для витрати сировини **A** можна змінювати згідно потрібної продуктивності процесу (мінімальна продуктивність, робоча або максимальна), а значення витрати потоку сировини **B** на вході у хімічний реактор повинно бути у відповідному співвідношенні до сигналу про вимірюване значення витрати потоку сировини **A**. Регулятор (поз. 2-3) змінює (забезпечує) витрату потоку сировини **B** у залежності від змінювання сигналу про значення витрати потоку сировини **A**. Витрата сировини **B** залежить від витрати сировини **A** відповідно до вимог технологічного регламенту на коефіцієнт співвідношення значень витрат потоків сировини у технологічний процес. Якість суміші на виході реактора визначається значенням параметру рН, котрий залежить від витрат та концентрацій сировини **A** та сировини **B** на вході у хімічний реактор. У часі при коливаннях концентрацій потоків сировини коефіцієнт співвідношення значення витрати сировини **A** та значення витрати сировини **B** відповідно повинен корегуватися у регуляторі (поз. 2-3). Для автоматичного корегування завданого коефіцієнту співвідношення витрат додатково у регулятор (поз. 2-3) подається від приладу (поз. 3-3) сигнал про значення рН суміші на виході хімічного реактора. В умовному графічному позначенні регулятора (поз. 2-3) літери **FF** вказують, що прилад (автоматичний регулятор) виконує регулювання співвідношення витрат. Літери **FF** у позначенні функцій автоматичного регулятора співвідношення витрат записано згідно основної таблиці 1.5 з літерами для позначення функцій технічного засобу автоматизації.

1.2.7 Типова схема контуру регулювання з блоком ручного управління процесом технологічного апарату

Типова схема контурів регулювання з блоками для ручного управління процесом за допомогою регулювальних клапанів показано на (рис. 1.12). При експлуатації технологічних апаратів на хімічних виробництвах мають місце такі режими ведення процесів:

- робочій режим технологічного процесу;
- режим пуску технологічного процесу у апарату;
- режим зупинки технологічного процесу;
- режим аварійної ситуації у технологічного процесу.

Автоматичні регулятори у контурах регулювання технологічних параметрів завжди налаштовані на експлуатацію системи керування у робочому режимі роботи обладнання технологічного процесу. У режимах пуску технологічного процесу або зупинки обладнання процесу та аварійної ситуації виникає необхідність відключити сигнал автоматичного регулятора від регулювального клапану і потім вручну на відстані керувати роботою клапану на трубопроводі згідно текучої ситуації у технологічному апараті або відповідно до дій робочого технологічного персоналу, котрому передбачено вручну регулювати параметри згідно технологічного регламенту на процес у апарату.

Блоки ручного управління **НІС** (поз. 1-4), **НІС** (поз. 2-4) та **НІС** (поз. 4-4) можуть працювати у двох режимах:

- у автоматичному режимі управління, коли технологічний процес виведено на режим робочої продуктивності і сигнали від автоматичних регуляторів подаються до регулювальних клапанів;
- у ручному режимі управління, коли у технологічного процесу виникає аварійна ситуація або виконується запуск процесу чи зупинка процесу тоді при таких режимах блок ручного управління забезпечує відключення сигналу регулятора від регулювального клапану, а на виконавчий механізм клапану подається сигнал з панелі блоку ручного управління, який змінюється вручну технологічним персоналом робочої зміни.

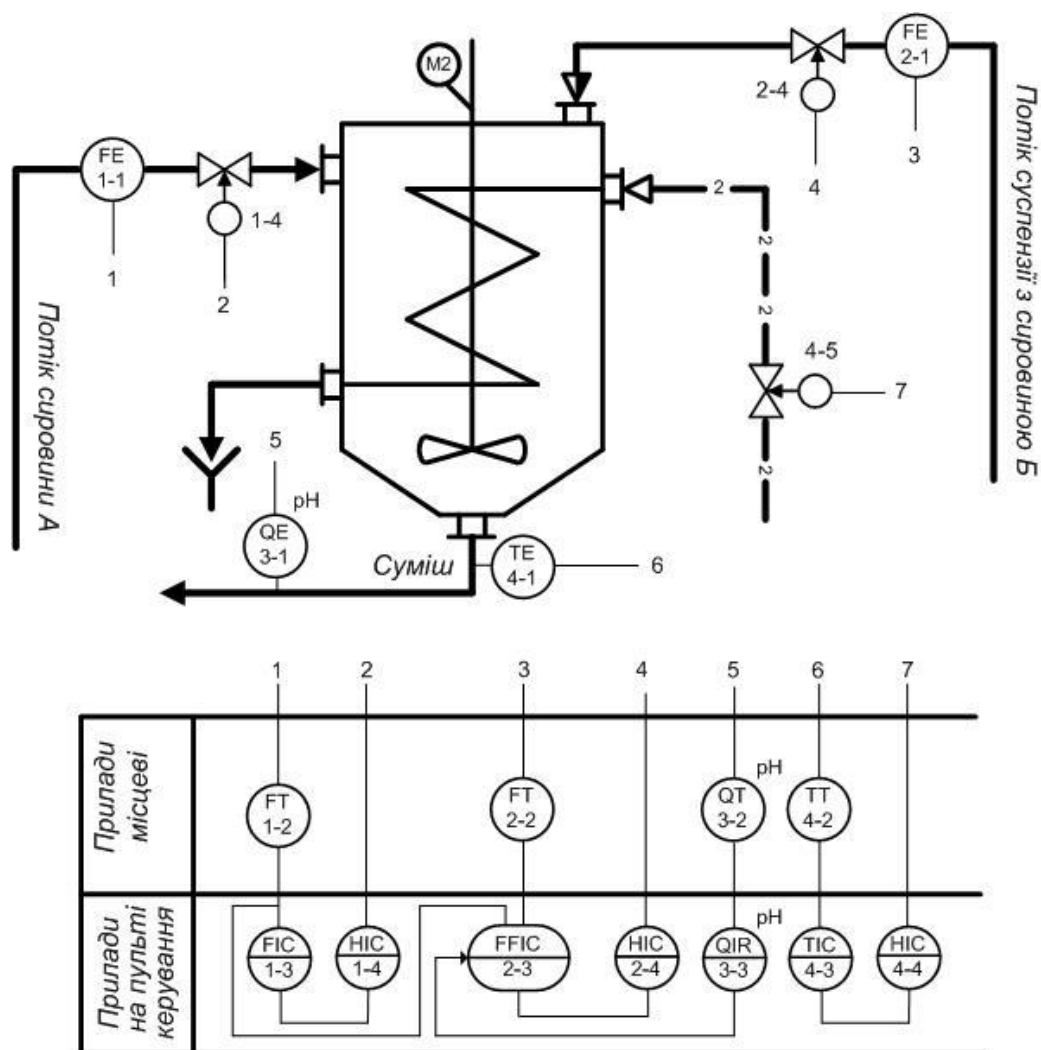


Рис. 1.12. Типова схема контурів регулювання з блоками ручного управління регулювальними клапанами.

Блоки ручного управління **НІС** встановлюються біля автоматичних регуляторів на панелі керування або на щиту керування, щоб була можливість швидко перейти на ручне керування роботою регулювального клапану. На графічних позначеннях технічних засобів (поз. 1-4), (поз. 2-4) та (поз. 4-4) літерні позначення функцій **НІС** вказують наступне: **Н** – ручний вплив на формування вихідного сигналу; **С** – управління сигналом на вході виконавчого механізму регулювального клапану, **І** – показання на дисплею % відкриття регулювальним клапаном технологічного трубопроводу. Функції у блоках ручного управління позначаються літерами згідно основної таблиці літер (1.5) для позначень виконуваних функцій пристроями і приладами у ланцюгах сигналів системи керування технологічним процесом.

1.2.8 Функціональна схема для контурів регулювання з контролем положення регулювального клапану

У технологічних процесах на хімічних виробництвах використовуються потоки сировини, які мають високу здатність до забруднення, налипання і адгезії на поверхнях регулювального клапану, що зменшує прохідний отвір технологічного трубопроводу. При таких властивостях хімічної сировини потрібно проектувати контури регулювання з контролем відсотків відкриття клапаном отвору трубопроводу для проходження сировини. Типова схема контурів регулювання параметрів процесу з контролем відсотків відкриття регулювальними клапанами отвору у технологічному трубопроводі для потоку сировини **А** і потоку сировини **Б** та потоку перегрітої пари у теплообмінник хімічного реактора показано на (рис. 1.13).

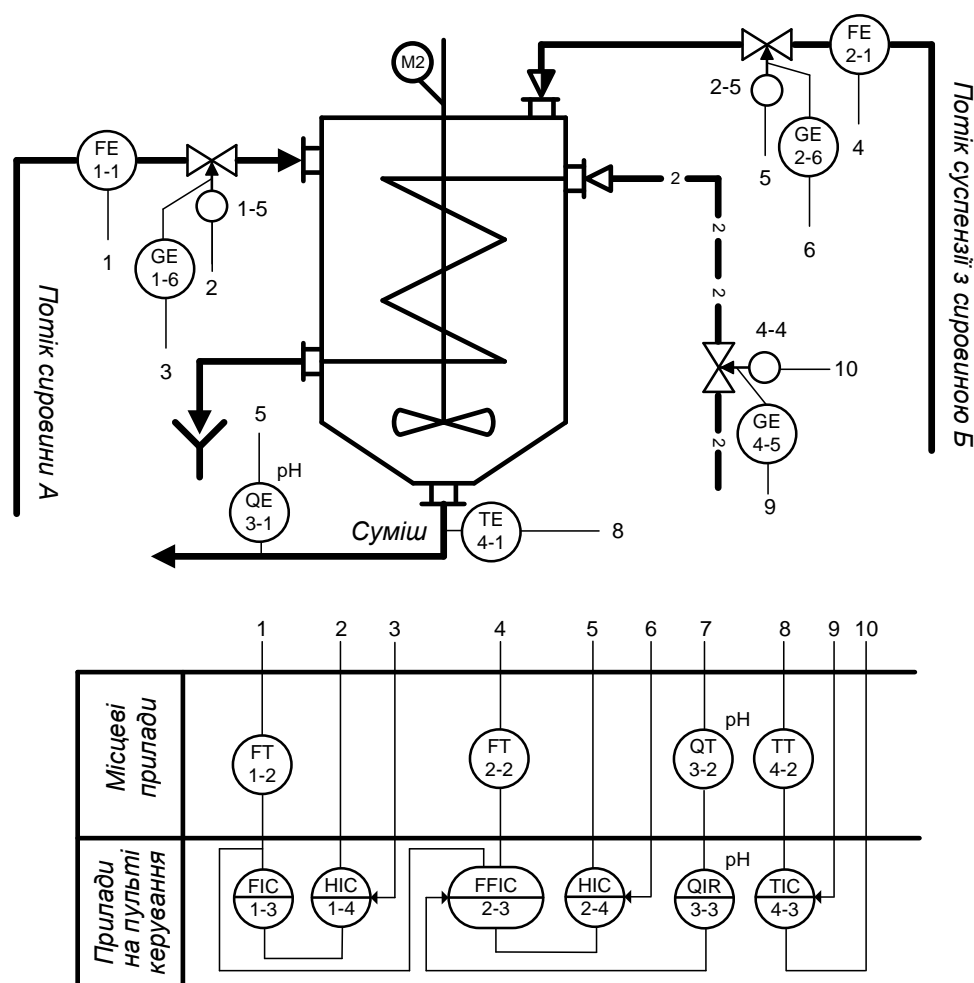


Рис. 1.13. Типова схема контурів регулювання з контролем відсотків відкриття трубопроводів регулювальними клапанами.

Зворотній сигнал про положення виконавчого механізму і клапану можна подавати для показів % на дисплей блоку ручного управління **НІС** і на автоматичні регулятори, якщо у конструкції регулятора передбачено отримання зворотного сигналу від регулювального клапану. У регулювального клапану (поз. 1-5) використовується вимірювач **GE** (поз. 1-6) для контролю зміщення штоку клапану. Зворотній сигнал про % відкриття трубопроводу подається з адресу 3 на блок ручного управління **НІС** (поз. 1-4). Від клапану (поз. 4-4) сигнал від вимірювача **GE** (поз. 4-5) про положення регулювального клапану подається з 9 адресу безпосереднє у регулятор **ТІС** (поз. 4-3). Позначені на схемі вимірювачі **GE** показують, що контролюється лінійне зміщення штоку регулювального клапану і стандартний сигнал про стан клапану подається на дисплей блоку ручного управління при автоматичному режиму блоку так і при ручному режиму роботи блоку **НІС**.

Блоки ручного управління (поз. 1-4) та (поз. 2-4) мають дисплей по якому можна спостерігати за станом (положенням) регулювальних клапанів (поз. 1-5) та (поз. 2-5). Відсоток відкриття клапанів на трубопроводах потоку сировини **А** та потоку сировини **Б** та потоку перегрітої пари вимірюються пристроями, які закріплено на корпусу регулювальних клапанів і позначені на схемі **GE** (поз. 1-6) та **GE** (поз. 2-6). Функції **GE** у графічних позначення датчиків положення регулювальних клапанів також записані літерами згідно списку з таблиці 1.5.

1.2.9 Типова схема контурів контролю і регулювання параметрів процесу з підключенням технічних засобів по інтерфейсу RS-485 у сітку керуючого комп'ютера

Сучасні мікропроцесорні технічні засоби автоматизації технологічних процесів мають функцію з підключення сітку керуючого комп'ютера по інтерфейсу обміну даних **RS-485**. Інтерфейс **RS-485** – це стандартизоване середовище для обміну інформацією між двома приладами або більшим набором обладнання: приладами, контролерами, персональними комп'ютерами і таке інше.

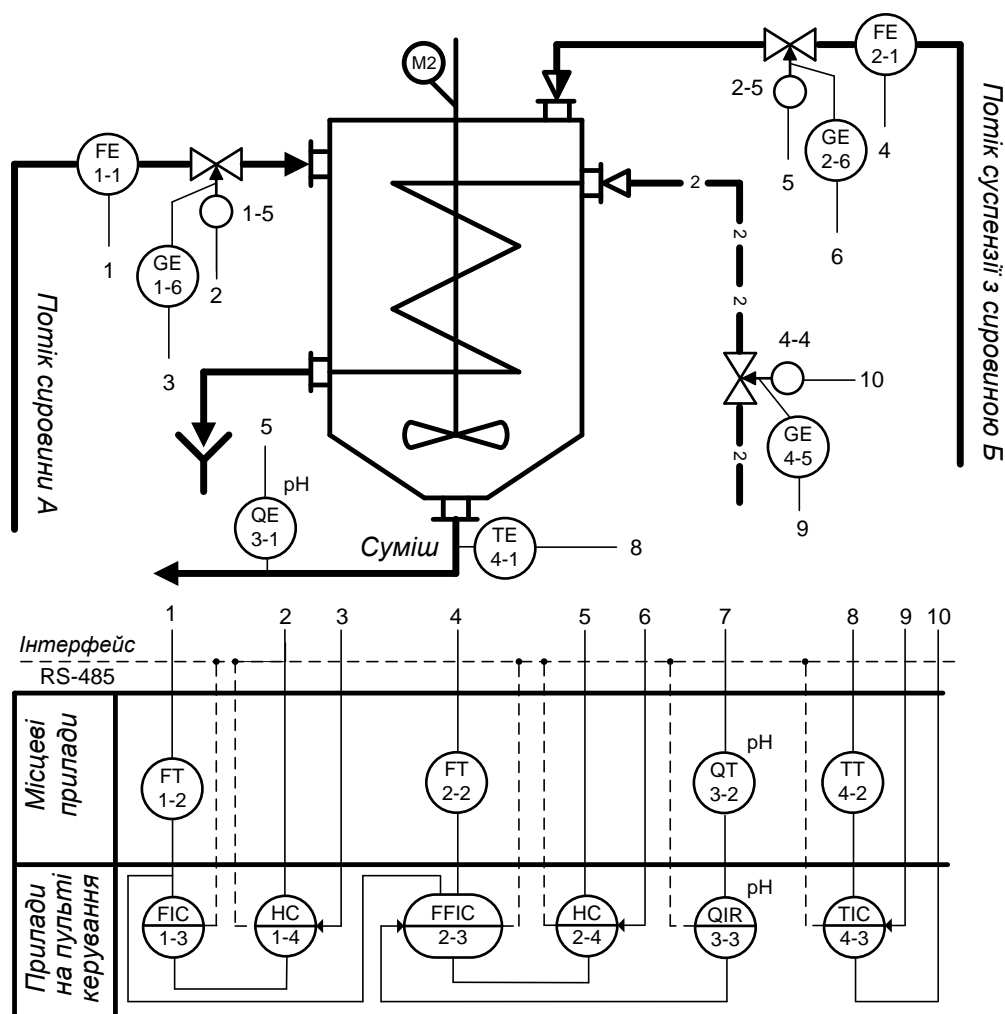


Рис. 1.14. Типова схема контурів контролю і регулювання з підключенням технічних засобів по інтерфейсу RS-485 до керуючого комп'ютера.

Контури контролю і регулювання, у яких технічні засоби автоматизації підключені у комп'ютерну сітку по інтерфейсу **RS-485** показано на (рис. 1.14).

Інтерфейс інформаційного обміну між приладами, які використовуються у системах автоматизації хімічних виробництв, можуть бути двох типів:

- схема «точка-точка» тобто, для з'єднання двох приладів між собою;
- схема багатьох приладів, для забезпечення під'єднання більше двох приладів на один ланцюг (сітку) з передачі даних до керуючого комп'ютера.

Дані про значення технологічних параметрів у комп'ютер передаються по бітам у вигляді двох байтів відповідно до протоколу **ModBus ASCII**. Протокол – це стандартизований набір правил з передачі інформації по будь якому інтерфейсу. Усі прилади, які використовуються для інформаційного обміну

даних, повинні мати однакові і відповідні інтерфейси та розуміти відповідний протокол обміну сигналами з даними.

У сучасних системах автоматизації технологічних процесів найбільше використовується комп'ютерна сітка на основі інтерфейсу відповідно до стандарту **EIA RS-485**. Даний інтерфейс має велику швидкість обміну даних (**115200 bps, bit per second** – біт у секунду) при лінії зв'язку до 1200 метрів до керуючого комп'ютера, куди інформація про значення вимірюваних технологічних параметрів передається по бітах у двох байтах.

На типовій схемі контурів контролю і регулювання (рис.1.14) ланцюги передачі інформації від приладів і регуляторів по інтерфейсу **RS-485** можна показати пунктирними лініями, передбачаючи, що керуючий комп'ютер може бути підключеним відповідними технічними засобами. На схемі суцільними лініями сигналів у ланцюгах показуються аналогові безперевні сигнали, а пунктирними лініями сигнали – дискретні побітові з інтерфейсу **RS-485**.

1.2.10 Типова схема контурів для дистанційного управління електромоторами обладнання технологічного процесу

У технологічних процесах різних виробництв використовується багато технологічного обладнання з електромоторами. На (рис. 1.15) показані контури для дистанційного управління електромоторами обладнання технологічного процесу, які забезпечують подачу потоків сировини для хімічного реактора. Контури дистанційного управління електромоторами забезпечують дистанційне включення і вимикання живлення та відповідну сигналізацію про стан живлення електромотору.

Включення живлення (рис. 1.15) електромотора **M1** відцентрового насосу на трубопроводі сировини **A** виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «**ПУСК**» (поз. **SB2**). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП1** і виникає замикання контактів пускача, через які подається живлення на електромотор **M1**. Також при натисканні кнопки **SB2** вмикається сигнальна лампочка **HL2** зеленого кольору, яка вказує про включення живлення для електромотора **M1**.

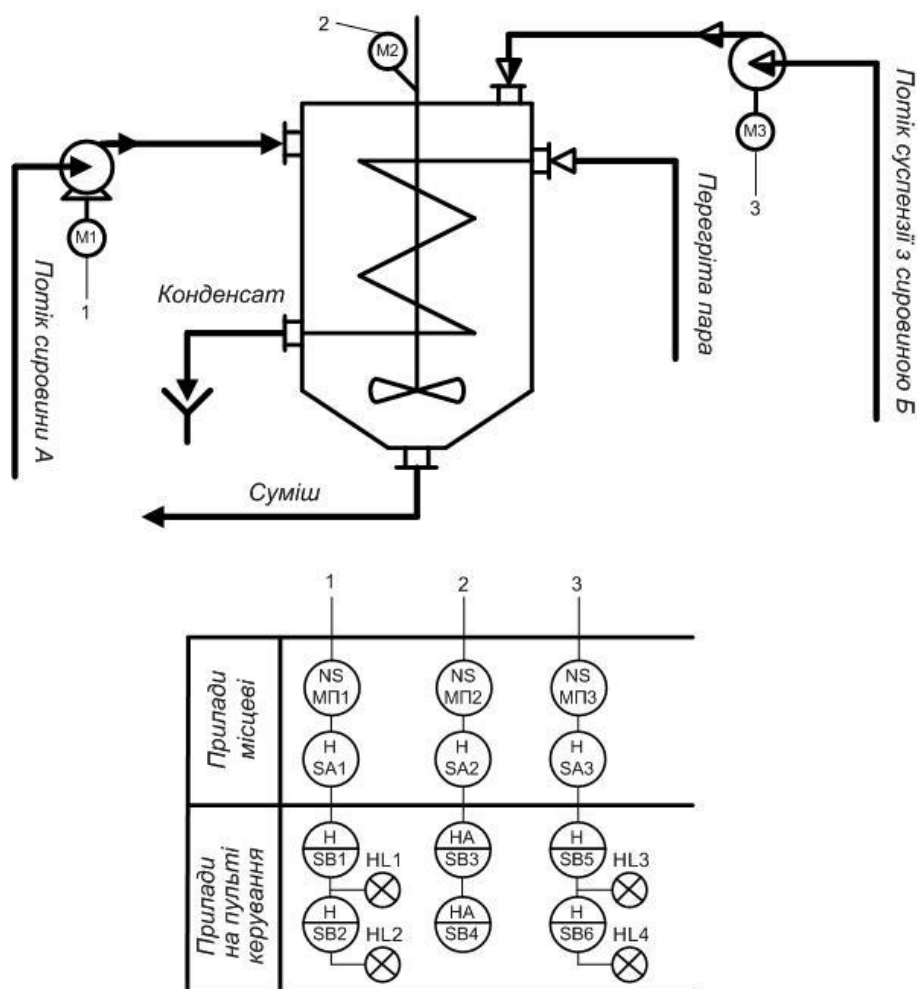


Рис. 1.15. Типова схема контурів для дистанційного управління електромоторами.

Вимикання живлення електромотора **M1** виконується за допомогою нормально замкнутого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB1**). При натисканні даної кнопки роз'єднується ланцюг для струму на електромагніт магнітного пускача **МП1** і виникає розмикання контактів магнітного пускача, по котрим подавалось живлення на електромотор **M1**. Також при натисканні кнопки **SB1** вмикається сигнальна лампочка **HL2** червоного кольору, яка показує про вимикання живлення електромотора **M1**.

Кнопка **SB3** має назву «СТОП», а кнопка **SB4** має назву «ПУСК» і вони при допомозі магнітного пускача **МП2** забезпечують вимикання та включення живлення електромотора **M2**. У позначенні кнопок **SB3** та **SB4** присутня літера **A**, яка вказує на сигналізацію у вигляді підсвічування поверхні кнопки червоним кольором при вимиканні живлення і відповідно зеленим кольором при включенні живлення.

Включення живлення електромотора **М3** ротаційного насосу на трубопроводі потоку суспензії з сировиною **Б** виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB6**). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП3** і виникає замикання контактів пускача, через які подається живлення на електромотор **М3**. Також при натисканні кнопки **SB6** вмикається сигнальна лампочка **HL4** зеленого кольору, яка вказує на включення живлення для електромотора **М3**.

Вимикання живлення електромотора **М3** виконується при допомозі нормально замкнутого контакту кнопки «СТОП» (поз. **SB5**). При натисканні даної кнопки роз'єднується ланцюг для струму на електромагніт магнітного пускача **МП3** і виникає розмикання контактів магнітного пускача, через які подавалось живлення на електромотор **М3**. Також при натисканні кнопки **SB5** вмикається сигнальна лампочка **HL5** червоного кольору, яка вказує на вимикання живлення електромотора **М3**.

Для контурів дистанційного управління електромоторами відповідно до схеми автоматизації технологічного процесу далі розробляються потрібні принципові електричні схеми, які показують ланцюги з'єднань між технічними засобами для забезпечення дистанційного управління електромоторами **М1**, **М2** та **М3**. У контурах для дистанційного управління електромоторами **М1**, **М2** та **М3** використовуються перемикачі **SA1**, **SA2** та **SA3** при допомозі, котрих технологічними робітниками відключаються ланцюги електричної схеми від живлення магнітних пускачів **МП1**, **МП2** та **МП3** для проведення профілактичних робіт з елементами схеми або для виконання ремонтних робіт з електромоторами або з відповідними насосами.

1.3 Приклад схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора на основі типових схем контурів контролю і керування

Схему автоматизації технологічного процесу типового хімічного реактора з усіма контурами будемо створювати за допомогою типових схем контурів

контролю і регулювання, котрі розглянуто і наведено вище по тексту посібника на рисунках схем з (рис. 1.6) по (рис. 1.15).

Схема автоматизації технологічного процесу на (рис. 1.16) має контури контролю і регулювання, які забезпечують ведення процесу у хімічному реакторі по змішуванню потоку сировини **A** та потоку суспензії сировини **B** з отриманням заданої якості **pH** суміші на виході з реактора відповідно до вимог технологічного регламенту на процес. Суміш виготовляється з сировини **A** та **B** і супроводжується ендотермічною хімічною реакцією з температурою, котра підтримується за рахунок тепла від перегрітої пари, яка подається у теплообмінник, розташований у корпусі реактора. На початку проходження ендотермічної хімічної реакції важливою є температура сировини **A** на вході у реактор. Контроль температури сировини **A** забезпечує контур контролю у такому складі технічних засобів:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 1-1), якій виробляє фізичний сигнал пропорційний значенню температури і цей сигнал передається на пристрій (поз. 1-2) для дистанційної передачі на пульт керування процесом;
- технічний засіб (поз. 1-2) забезпечує передачу сигналу від місця монтажу вимірювача температури до місця розташування виробничого приміщення з пультом керування;
- на пульту керування прилад (поз. 1-3) показує значення температури потоку сировини **A** і блок сигналізації приладу (поз. 1-3) контролює відхилення значення температури сировини **A** за мінімальне допустиме значення, на що вказує літера **L** на графічному позначенні приладу (поз. 1-3). Коли на вході у реактор сировина **A** буде холодною, тоді вимірювана температура стає менше допустимого значення, яке налаштовано у блоку сигналізації приладу (поз. 1-3) і він формує вихідний дискретний сигнал, відповідно до якого спрацьовує електромагнітне реле (поз. **КМ1**) і відповідно на пульту

керування вмикається попереджувальна технологічна сигналізація у вигляді сигнальної лампочки жовтого кольору **HL1**.

При веденні технологічного процесу у хімічному реакторі потрібно підтримувати заданий рівень суміші для забезпечення належного теплообміну між перегрітою парою і масою суміші, яка заповнює об'єм корпусу апарату. Вимірювач рівня (поз. 2-1) передає вихідний сигнал по місцю на прилад, який показує значення рівня у реакторі, а також буде сигналізувати відхилення рівня за мінімальне допустиме значення **L**, яке попереднє налаштовується у блоку сигналізації (поз. 2-2). Регулятор рівня (поз. 2-3) підтримує заданий рівень суміші у реакторі при допомозі регулювального клапану (поз. 2-4) на виході потоку суміші з хімічного реактора. Також сигнал о значенні рівня у реакторі додатково подається від приладу (поз. 2-2), як корегувальний для регулятора витрати (поз. 3-3). Хімічний реактор при веденні технологічного процесу змішування сировини **A** і **B** може мати такі режими роботи:

- робота з мінімальною продуктивністю, тобто при мінімальних витратах сировини **A** та **B**;
- робочій режим, який відповідає вимогам ведення технологічного процесу по технологічному регламенту;
- робота з максимальною продуктивністю, тобто при максимальних витратах сировини **A** і **B**.

Задана продуктивність хімічного реактору для суміші встановлюється робітниками хімічного виробництва зміною завдання для регулятора (поз. 3-3) витрати потоку сировини **A**. Витрата сировини **A** вимірюється витратоміром (поз. 3-1), сигнал якого подається на пристрій для дистанційної передачі сигналу для регулятора витрати **A** (поз. 3-3) на пульті керування. Вихідний сигнал регулятора витрати (поз. 3-3) подається на блок ручного управління (поз. 3-4) і потім на перетворювач сигналів (поз. 3-5) та потім далі на пневматичний регулювальний клапан (поз. 3-6). Положення виконавчого механізму і клапану (поз. 3-6) контролюється з 6-го адресу схеми автоматизації по сигналу, який подається на блок ручного управління (поз. 3-4) для показу відсотка з відкриття

отвору у трубопроводу сировини **А**. Також блок ручного управління (поз. 3-4) забезпечує у режимах запуску і зупинки технологічного процесу відключення вихідного сигналу автоматичного регулятора витрати (поз. 3-3) потоку сировини **А** від регулювального клапану (поз. 3-6) за рахунок переключення блоку на ручне управління виконавчим механізмом регулювального клапану.

По технологічному регламенту на процес сировина **Б** для змішування з сировиною **А** повинна поступати у хімічний реактор з відповідним коефіцієнтом співвідношення значення витрат потоку сировини **Б** до текучого значення витрати потоку сировини **А** на вході у апарат. Для забезпечення підтримки заданого коефіцієнту співвідношення витрат сировини **А** і **Б** у схему автоматизації технологічного процесу хімічного реактора (рис. 1-16) заплановано використання регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3). На вхід регулятора співвідношення витрат (поз. 4-3) подаються такі сигнали:

- перший вхідний сигнал визначає значення витрати потоку сировини **Б**, яку регулятор (поз. 4-3) постійно регулює згідно налаштованого коефіцієнту співвідношення у залежності від змінювання значення витрати потоку сировини **А**;
- другий вхідний сигнал від регулятора (поз. 3-3) вказує на змінювання значення витрати сировини **А**, по відношенню до яких регулятор (поз. 4-3) змінює свій вихідний сигнал для регулювального клапану на трубопроводі сировини **Б**, щоби на вході у хімічний реактор витрата потоку сировини **А** і витрата потоку сировини **Б** були відповідними потрібному коефіцієнту співвідношення при заданому навантаженню на технологічний процес;
- третій вхідний сигнал відображає значення **рН** суміші (якості) і по цьому сигналу регулятор (поз. 4-3) автоматично корегує завдання для коефіцієнту співвідношення витрати потоку сировини **Б** і витрати сировини **А**.

Вихідний сигнал регулятора (поз. 4-3) поступає на блок ручного управління (поз. 4-4) і далі на перетворювач сигналів (поз. 4-5) та потім на пневматичний регулювальний клапан (поз. 4-6). Положення виконавчого механізму і клапану (поз. 4-6) контролюється з 9-го адресу схеми автоматизації по сигналу, який подається на блок ручного управління (поз. 4-4) для показу відсотка з відкриття трубопроводу сировини **Б**. Також блок ручного управління

(поз. 4-4) забезпечує у режимах запуску і зупинки процесу відключення вихідного сигналу регулятора (поз. 4-3) від регулювального клапану (поз. 4-6) і переключення на ручне управління виконавчим механізмом цього клапану.

Про якість суміші на виході реактора вказує значення **pH**, яке контролюється вимірювачем (поз. 5-1) і показується на пульті керування приладом (поз. 5-3). Сигнал про значення **pH** суміші подається на вхід регулятора (поз. 4-3) для автоматичного корегування завдання регулятора тобто коефіцієнту співвідношення витрат, якщо у потоці сировини **A** або у потоку суспензії сировини **B** змінюється концентрація.

На вході у хімічний реактор забезпечується вимірювання температури суспензії сировини **B** контуром контролю у такому складі технічних засобів:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 6-1) виробляє по значенню температури сировини **B** пропорційний фізичний сигнал, який передається у пристрій (поз. 6-2) для дистанційної передачі сигналу до пульта керування;

- на пульті керування прилад (поз. 6-3) показує значення температури сировини **B** і блок сигналізації приладу одночасно контролює відхилення значення температури сировини **B** за мінімальне допустиме значення, на що вказує літера **L** у приладу (поз. 6-3), Якщо температура сировини **B** на вході у реактор стає менше допустимого налаштованого значення блок сигналізації приладу формує дискретний вихідний сигнал, відповідно до якого спрацьовує електромагнітне реле (поз. **KM2**), яке вмикає на пульті керування попереджувальну технологічну сигналізацію у вигляді сигнальної лампочки жовтого кольору **HL2**.

Для процесу змішування потоку сировини **A** з сировиною **B** у хімічному реакторі згідно технологічного регламенту потрібно, щоби температура суміші на виході з реактора була постійною. Тому у схему автоматизації (рис. 1.16) для процесу змішування потоку сировини **A** з сировиною **B** у хімічному реакторі потрібен контур регулювання для забезпечення постійної температури суміші на виході з хімічного реактора.

У контурі з регулювання температури суміші на виході з хімічного реактора використовуються наступні технічні засоби контролю і регулювання:

- первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 7-1) виробляє фізичний сигнал, пропорційний змінам значення температури суміші;
- технічний засіб (поз. 7-2) забезпечує дистанційну передачу сигналу про значення температури суміші на відстань до пульта керування;
- регулятор температури (поз. 7-3) з налаштованим блоком сигналізації на потрібне значення температури суміші (максимум **H** і мінімум **L**);
- блок ручного управління (поз. 7-4) у автоматичному режимі роботи пропускає вихідний сигнал від автоматичного регулятора температури (поз. 7-3) на виконавчий механізм регулювального клапану (поз. 7-6), а при запусках і зупинках технологічного процесу змішування сировини **A** з сировиною **B**, блок ручного управління (поз. 7-4) використовується у ручному режиму для формування сигналу виконавчому механізму регулювального клапану;
- перетворювач сигналів (поз. 7-5) вхідний електричний сигнал від автоматичного регулятора або блоку ручного управління перетворює у пневматичний стандартний сигнал керування, який подається на виконавчий механізм пневматичного регулювального клапану.

Положення виконавчого механізму і регулювального клапану (поз. 7-6) контролюється з 13-го адресу по сигналу, який подається на блок ручного управління (поз. 7-4) для показу відсотка з відкриття отвору трубопроводу перегрітої пари.

Контур для дистанційного управління роботою електромотора **M1** насосу на трубопроводу сировини **A** забезпечує дистанційне включення і вимикання живлення. Включення живлення для електромотора **M1** відцентрового насосу на трубопроводу сировини **A** виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки «ПУСК» (поз. **SB2**). При натисканні даної кнопки подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП1**, що викликає замикання контактів пускача, через які подається живлення на електромотор **M1**. Також при натисканні кнопки **SB2** вмикається сигнальна лампочка **HL4** зеленого кольору, яка і буде вказувати на підключення напруги живлення для електромотора **M1**.

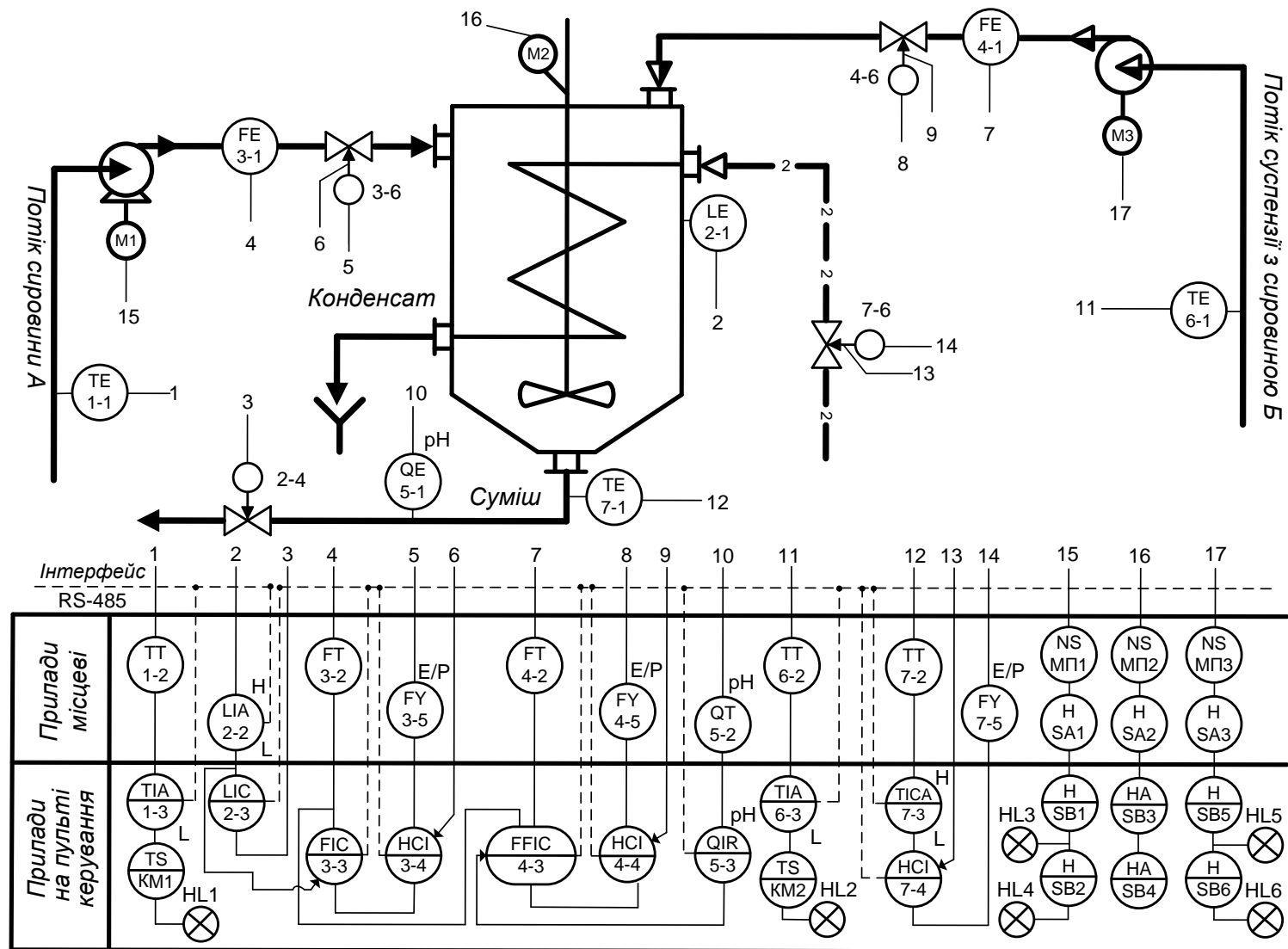


Рис. 1.16. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного реактора побудована на основі типових схем контурів контролю і регулювання технологічних параметрів.

Вимикання живлення електромотора **M1** у схемі автоматизації процесу виконується при допомозі нормально замкненого контакту кнопки «**СТОП**» (поз. **SB1**). При натисканні даної кнопки роз'єднуються контакти і струм у ланцюгу для електромагніту магнітного пускача **МП1** відключається, що викликає розмикання контактів магнітного пускача, через які подавалось живлення на електромотор **M1**. Також при натисканні кнопки **SB1** вмикається сигнальна лампочка **HL3** червоного кольору, яка буде показувати про відключення напруги живлення для електромотору **M1**.

Кнопка **SB3** має назву «**СТОП**» та кнопка **SB4** має назву «**ПУСК**» і вони при допомозі магнітного пускача **МП2** забезпечують включення та вимикання живлення електромотора у механізму змішувача реактора. У позначеннях кнопок **SB3** та **SB4** присутня літера **A**, яка вказує на сигналізацію у вигляді підсвічування кнопки червоним кольором і відповідно зеленим кольором.

Включення живлення електромотора **M3** ротаційного насосу на трубопроводі потоку суспензії з сировиною **Б** виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки **SB6**. При натисканні даної кнопки «**ПУСК**» подається струм на електромагніт магнітного пускача **МП3** і виникає замикання контактів пускача, через які подається напруга живлення на електромотор **M3**. Також при натисканні кнопки **SB6** вмикається сигнальна лампочка **HL6** зеленого кольору, яка буде вказувати на подачу напруги живлення для електромотору **M3**.

Вимикання живлення електромотора **M3** виконується при допомозі нормально замкненого контакту кнопки **SB5**. При натисканні даної кнопки роз'єднуються контакти і ланцюг розривається для струму на електромагніт магнітного пускача **МП3**, що викликає розмикання контактів магнітного пускача, через які подавалось живлення на електромотор **M3**. Також при натисканні кнопки **SB5** вмикається сигнальна лампочка **HL5** червоного кольору, яка буде вказувати про викання напруги живлення електромотору **M3**.

В контурах для дистанційного управління електромоторами **M1**, **M2** та **M3** використовуються перемикачі **SA1**, **SA2** та **SA3** при допомозі, котрих

робітниками робочої зміни відключаються від живлення відповідні ланцюги струмів для магнітних пускачів **МП1**, **МП2** та **МП3** для проведення ремонтних робіт з електромоторами насосів чи змішувачем, або інших робіт при веденні технологічного процесу, наприклад, замінювання лампочок у сигнальних пристроях **НЛ1**, **НЛ2**, **НЛ3**, **НЛ4** та **НЛ5** чи їх очищення для збільшення яскравості.

1.4. Приклад схеми автоматизації з мікропроцесорним контролером для контролю і регулювання параметрів процесу хімічного реактора

У сучасних системах автоматизації технологічних процесів широко використовуються мікропроцесорні контролери. Мікропроцесорні контролери виготовляються з різною кількістю каналів контролю і регулювання. У корпусу кожного контролера є центральний мікропроцесор, який одночасно контролює і керує декількома технологічними параметрами (каналами). Кожний канал контролера налаштовується з широким набором функцій для контролю і регулювання відповідного параметру технологічного процесу.

Контролер для кожного каналу регулювання має постійну і оперативну пам'ять, де записуються дані по налаштуванням для технологічного параметру і функцій для виконання центральним мікропроцесором. При виготовленні креслення схеми автоматизації з мікропроцесорним контролером необхідно показувати усі функції, які потрібно виконувати центральному мікропроцесору контролера для кожного каналу з контролю і регулювання. Багато функцій контролера для каналу регулювання в умовному графічному позначенні технічного засобу автоматизації (кружечок 10 мм) записати неможливо. Тому на кресленнях схем автоматизації з мікропроцесорними контролерами у полі прямокутника з назвою «Прилади на пульті керування» для позначення функцій контролера кожному каналу використовується додатковий прямокутник, у якому показується список функцій для обробки вхідного сигналу про значення технологічного параметру. В даному списку функцій контролера графічно (точками) позначається для кожного каналу набір функцій по виконанню центральним мікропроцесором.

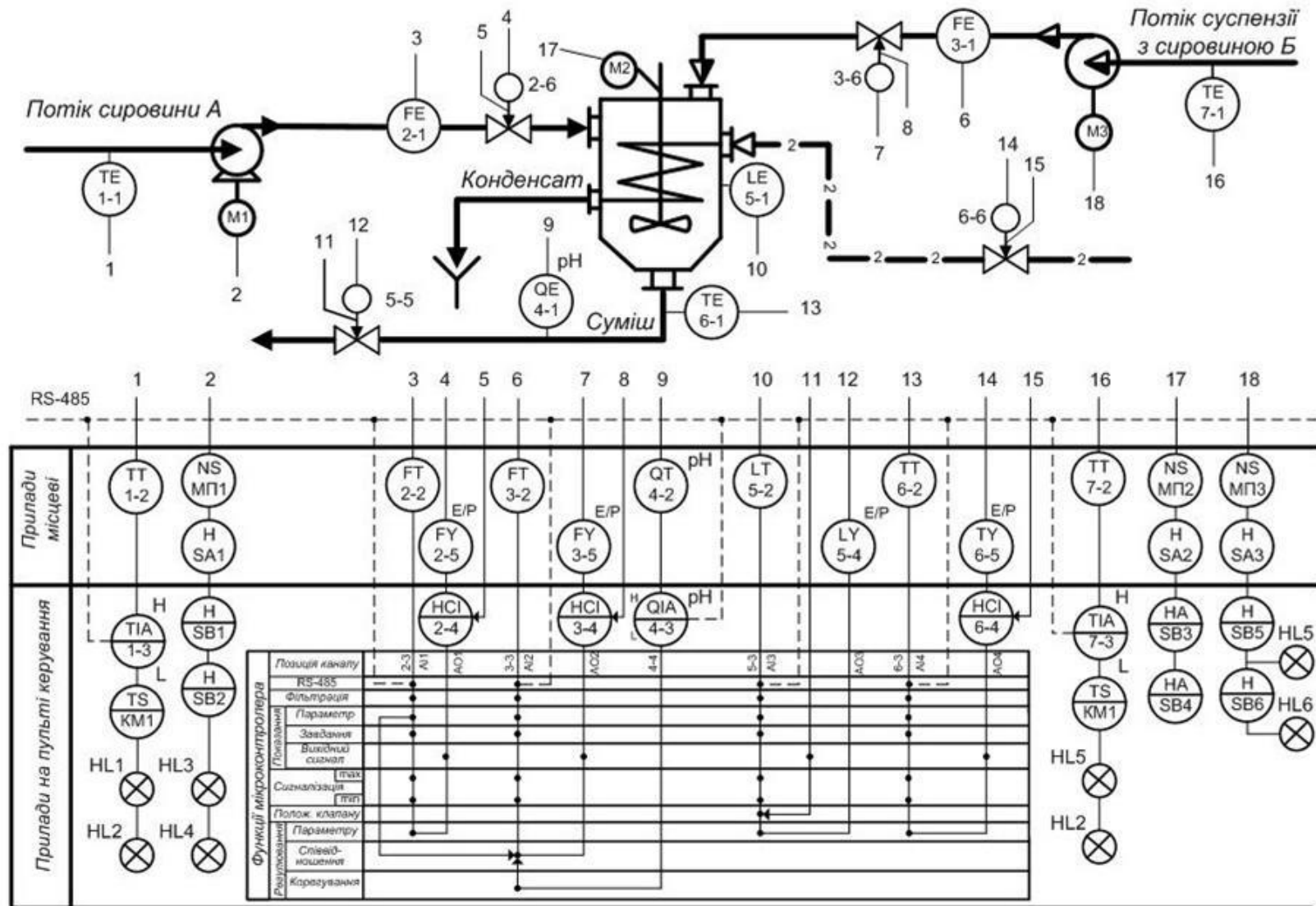


Рис. 1.17. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного реактора з використанням мікропроцесорного контролера.

Для технологічного процесу змішування потоку сировини **А** з потоком суспензії сировини **Б** у хімічному реакторі на (рис. 1.17) показано приклад схеми автоматизації з використанням мікропроцесорного контролера з малою кількістю каналів для контролю і регулювання, наприклад, мікроконтролер МІК-51 МІКРОЛ. На (рис. 1.17) показано схему автоматизації з мікропроцесорним контролером, якій буде забезпечувати контроль і регулювання чотирьох технологічних параметрів (каналів):

- витрати потоку сировини **А** на вході у хімічний реактор, яка визначає продуктивність процесу змішування (поз. каналу 1-3) з вхідним сигналом **AI1** та вихідним сигналом **AO1**;

- витрати потоку суспензії сировини **Б**, яка регулюється у заданому співвідношенні згідно текучого значення витрати потоку сировини **А** на вході у хімічний реактор (поз. каналу 2-3) з вхідним сигналом **AI2** та вихідним сигналом **AO2**;

- рівня суміші у об'єму корпусу хімічного реактора (поз. каналу 3-3) з вхідним сигналом **AI3** та вихідним сигналом **AO3**;

- температури суміші на виході хімічного реактора (поз. каналу 4-3) з вхідним сигналом **AI4** та вихідним сигналом **AO4**.

Мікропроцесорний контролер може виконувати функцію «корегування» тільки для одного каналу (технологічного параметру). На (рис. 1.17) для корегування співвідношення витрат сировини **Б** згідно витрати потоку сировини **А** подається сигнал про значення **pH** суміші на виході реактора (поз. каналу 4-4). На схемі автоматизації (рис. 1.17) передбачено, що мікропроцесорний контролер буде регулювати рівень (поз. каналу 5-3) з урахуванням положення регулювального клапану (поз. 5-5). Мікропроцесорний контролер МІК-51 МІКРОЛ в одному корпусі має чотири регулятори і відповідно контури регулювання параметрів реалізуються для системи керування за менші затрати на технічні засоби автоматизації. К недолікам мікропроцесорного контролера у системі керування можливо вважати, що для показу текучих значень вимірюваних параметрів для декількох каналів регулювання на панелі є тільки

один дисплей і перегляд значень параметру на інших каналах регулювання потребує виконувати команди з переключення дисплею. Для ефективної експлуатації мікропроцесорних контролерів у схемі автоматизації необхідно обов'язкове їх підключення до керуючого комп'ютера по інтерфейсу RS-485.

2. Схеми системи управління електромоторами обладнання технологічного процесу

На рисунках схем автоматизації технологічного процесу хімічного реактора (рис. 1.16) та (рис.1.17) показані контури дистанційного керування для включення та вимикання живлення у електромоторів насосів і змішувача сировини. Для реалізації на виробництві системи управління електромоторами обладнання технологічного процесу у проектах з автоматизації виробництва ще розробляються принципові електричні схеми, де показуються усі ланцюги для проходження струмів у системах керування. Для відповідних принципових електричних схем також розробляються монтажні комутаційні схеми для проведення монтажних робіт по підключенню магнітних пускачів та їх контактів, кнопок «Пуск» і «Стоп», сигнальних лампочок і інших електричних пристроїв.

Документація на системи управління електромоторами технологічного процесу повинна мати такі схеми:

- принципова електрична схема системи керування включенням напруги живлення для електромоторів та вимикання живлення у електромоторів;
- принципова електрична схема ланцюгів з включення відповідних сигнальних засобів про включення живлення та вимикання живлення у електромоторів;
- монтажна комутаційна схема по підключеннях ланцюгів для проходження струмів у системах керування з включення живлення та вимикання живлення у електромоторів;

- принципова електрична схема ланцюгів системи аварійного захисту електромоторів у аварійних ситуаціях та при запусках і зупинках технологічного обладнання процесу.

Відповідно до технологічної схеми процесу типового хімічного реактора (рис. 1.5) для розробки принципової електричної схеми системи керування включенням і вимикання напруги живлення у електромоторів будемо розглядати контури схеми дистанційного управління, яка зображена на (рис. 2.1).

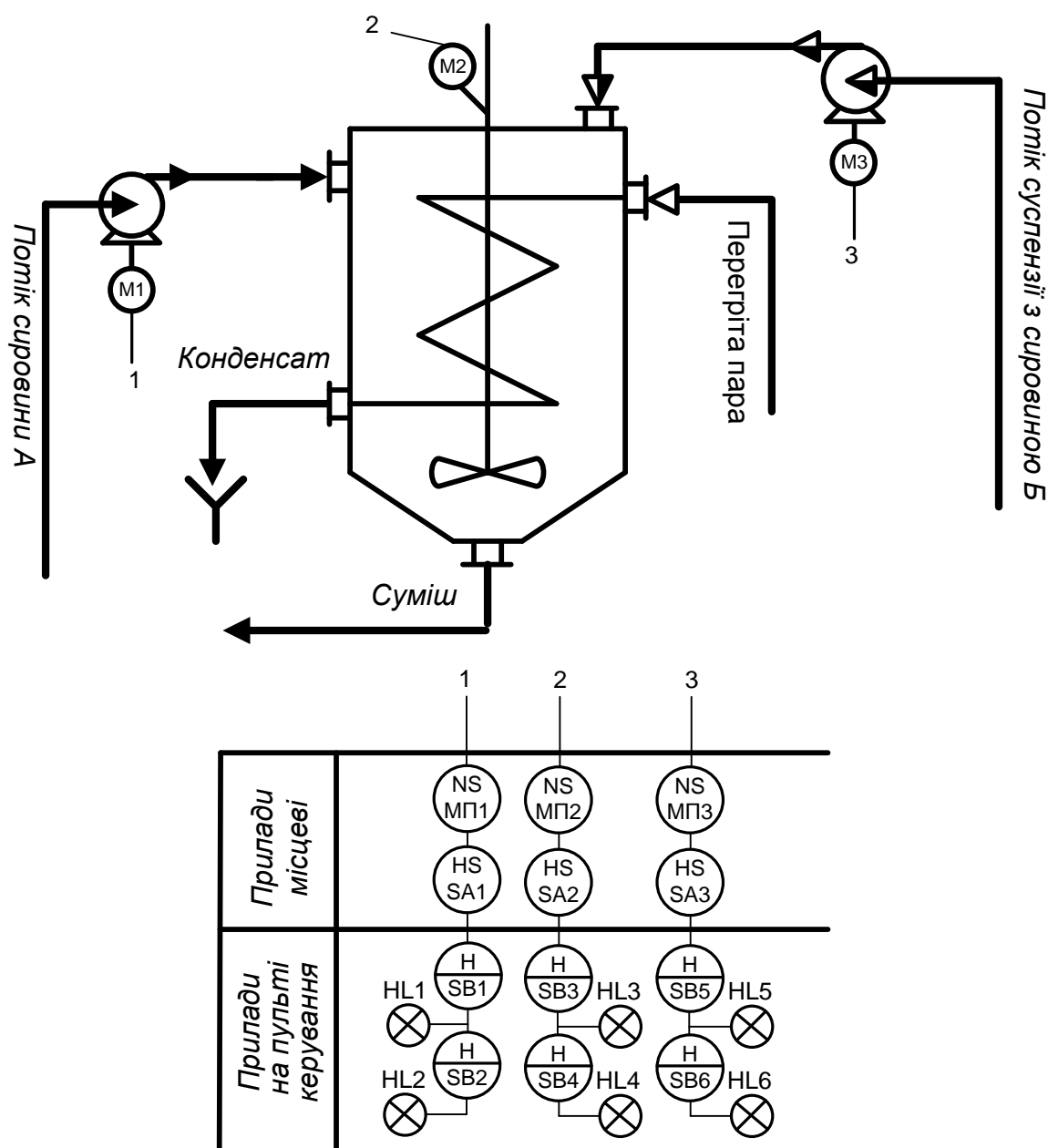


Рис.2.1. Схема контурів системи дистанційного управління електромоторами технологічного процесу хімічного реактора.

Включення живлення електромотора **M1** відцентрового насосу на трубопроводу потоку сировини **A**, згідно схеми (рис. 2.1), передбачено виконувати при допомозі кнопки (поз. **SB2**). При натисканні у кнопки **SB2** контакти з'єднуються, тобто замикається ланцюг для проходження струму на електромагніт магнітного пускача **МП1**. Електромагніт пускача **МП1** спрацьовує, що і викликає замикання відповідних контактів, за допомогою яких починає подаватися струм живлення на електромотор **M1**. Одночасно з натисканням кнопки **SB2** включається живлення сигнальної лампочки **HL2** зеленого кольору, яка буде вказувати про включення живлення у електромотора **M1** відцентрового насосу на трубопроводі потоку сировини **A**.

Вимикання живлення у електромотора **M1** виконується кнопкою (поз. **SB1**). При натисканні даної кнопки роз'єднуються контакти кнопки, що викликає роз'єднання ланцюгу для проходження струму до електромагніту магнітного пускача **МП1**. Електромагніт пускача **МП1** відключається від живлення, що викликає перемикавання контактів, тобто розмикаються у магнітного пускача контакти, через які подавалися струми живлення на електромотор **M1**. Також при натисканні кнопки **SB1** одночасно включається сигнальна лампочка **HL2** червоного кольору і вона буде вказувати про вимикання живлення у електромотора **M1**.

По контурах схеми (рис. 2.1) легко бачити, що керування включенням і вимиканням живлення у електромотора **M2** буде виконуватися за допомогою кнопок **SB3** та **SB4** та магнітного пускача **МП2** з одночасним і відповідним включенням сигнальних лампочок **HL3** та **HL4**.

Для електромотора **M3** ротаційного насосу на трубопроводі потоку суспензії з сировиною **B** аналогічно можна бачити по контурах схеми (рис. 2.1), що керування включенням і вимиканням живлення у електромотора **M3** буде виконуватися за допомогою кнопок **SB5** та **SB6** та магнітного пускача **МП3** з одночасним і відповідним включенням сигнальних лампочок **HL5** та **HL6**.

Для контурів дистанційного управління електромоторами зі схемі (рис. 2.1) далі у посібнику розробимо відповідну принципову електричну схему, яка

буде показувати ланцюги з'єднань між відповідними технічними засобами системи керування живленням електромоторів **М1, М2 та М3**.

На основі принципової електричної схеми також розробимо схеми для системи аварійного захисту електромоторів і технологічного блокування при аварійних ситуаціях у технологічному процесу хімічного реактора.

2.1 Правила і приклад розробки принципової електричної схеми системи дистанційного керування живленням електромоторів

Схема (рис. 2.1) показує, як функціонально побудовані контури дистанційного управління живленням електромоторів технологічного процесу хімічного реактора. Далі для контурів зі схеми (рис. 2.1) розробимо принципову електричну схему з урахуванням наступних правил:

- 1). Принципова електрична схема системи дистанційного управління електромоторами складається і рисується у неробочому стану, тобто струм на електромагнітні пускачі **МП1, МП2 та МП3** не подається і відповідно живлення для електромоторів **М1, М2 та М3** вимкнено [2];
- 2). Принципова електрична схема системи дистанційного управління електромоторами повинна показувати усі контакти і елементи, які забезпечують безпеку експлуатації схеми.

Кожна принципова електрична схема живлення електромоторів повинна мати такі обов'язковими елементи:

- автоматичний вимикач у вигляді теплового реле, яке спрацьовує на максимальне значення струму на вході до обмоток електромотору;
- перемикачі струму **SA**, які потрібні робітникам для вимикання від лінії живлення трьох фаз ланцюгів принципової схеми керування при ремонтах та обслуговуванні технічних засобів схеми;
- плавкі запобіжники у ланцюгу розташування кнопок за допомогою яких забезпечується включення і вимикання живлення на електромагнітні пускачі **МП1, МП2 та МП3**;
- для кожного електричного ланцюга на принциповій електричній схемі системи дистанційного управління електромоторами повинно бути вказано

пояснювальний напис про функціональне призначення елементів, які зображені у підключеннях кожного ланцюгу [2].

Для контурів схеми (рис.2.1) принципова електрична схема системи керування включенням та вимиканням живлення електродвигунів може мати вигляд, як це показано на (рис. 2.2) з автоматичними вимикачами струму з елементами позначеними **FP1, FP2, FP3, FP4, FP5 та FP6**, а також плавкими запобіжниками позначеними, як **FU1, FU2 та FU3**.

Включення живлення електродвигуна М1 відцентрового насосу на трубопроводі потоку сировини **A** згідно принципової електричної схеми (рис. 2.2) виконується при допомозі нормально розімкнутого контакту кнопки (поз. **SB2**), яка під'єднана у ланцюгу струму між точками **10** та **12** з'єднання ланцюгів. При натисканні **SB2** у кнопки контакти замикаються і у результаті цього починає подаватися струм на електромагніт магнітного пускача **МП1**, який спрацьовує і відповідно у пускача виникає замикання контактів **МП1-4, МП1-5 та МП1-6**, які підключають струм з трьох фаз напруги живлення для електродвигуна **М1**. Також при натисканні кнопки **SB2** одночасно замикається у магнітного пускача контакт **МП1-1**, а контакт **МП1-2** відповідно розмикається, що викликає відключення сигнальної лампочки **HL1** (червоного кольору) та одночасно контакт **МП1-3** замикається і сигнальна лампочка **HL4** зеленого кольору стане включеною, що буде вказувати на подачу живлення до електродвигуна **М1**. Після відпускання кнопки **SB2** струм до магнітного пускача **МП1** починає проходити по ланцюгу через контакт **МП1-2**, який буде замкненим і підключеним паралельно з кнопкою **SB2**. Контакти **МП1-1 та МП1-3** у конструкції магнітного пускача **МП1** є нормально розімкнутими контактами, що і показано на електричній схемі (рис. 2.2).

Схема (рис. 2.2) також має і контакт **МП1-2**, який у конструкції магнітного пускача **МП1** є нормально замкненим контактом. Зображення контактів **МП1-1, МП1-2 та МП1-3** показано на схемі (рис. 2.2) у неробочому стані згідно з правил побудовання принципової електричної схеми, які розглянуто вище по тексту у початковому посібнику.

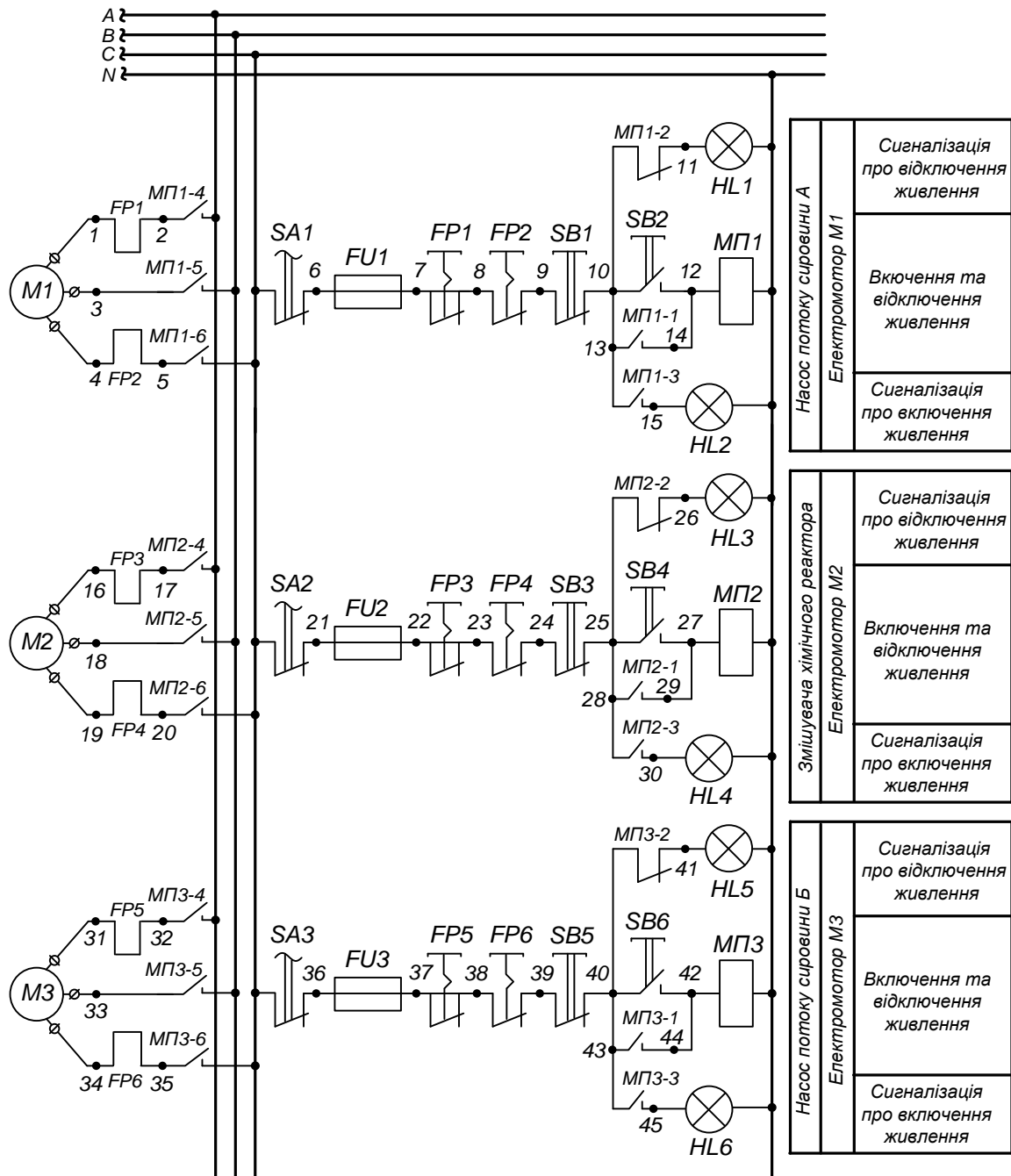


Рис. 2.2. Принципова електрична схема системи дистанційного керування електромоторами М1, М2 та М3.

У схемі (рис. 2.2) контакти **МП1-1** та **МП1-3**, а також **МП1-4**, **МП1-5** та **МП1-6** одночасно замикаються у момент натискання кнопки **SB2** і далі залишаються замкненими після відпускання кнопки **SB2**, а контакт **МП1-2** одночасно розмикається у момент натискання кнопки **SB2** і далі при роботі електромотора залишається розімкненим після відпускання кнопки **SB2**.

Вимикання живлення електромотора M1 виконується при допомозі нормально замкненого контакту кнопки (поз. **SB1**). При натисканні кнопки **SB1** замкнені контакти роз'єднуються і ланцюг для струму через контакт **МП1-1** на електромагніт магнітного пускача **МП1** також роз'єднується, що викликає відключення струму для електромагніту пускача **M1** і одночасно розмикає у магнітного пускача контактів **МП1-4**, **МП1-5**, та **МП1-6**, через які передбачено подавання з трьох фаз живлення для електромотору **M1**. Одночасно з цим розмикається і контакт **МП1-1**, який на схемі підключено паралельно з кнопкою **SB2**. Також розмикається і контакт **МП1-3**, що викликає відключення струму на сигнальну лампочку **HL2**. При натисканні кнопки **SB1** контакт **МП1-2** замикається, а після відпускання кнопки стане нормально замкненим, тому і включається сигнальна лампочка **HL1** червоного кольору, яка буде вказувати на вимикання живлення у електромотора **M1**.

Включення живлення для електромотора M2 змішувача виконується аналогічними діями з кнопкою **SB4** та спрацьовуваннями відповідних контактів, як і у електромотора **M1**.

Вимикання живлення електромотора M2 змішувача виконується аналогічними діями з кнопкою **SB3** та спрацьовуваннями відповідних контактів, як і у електромотора **M1**.

Включення живлення електромотора M3 ротаційного насосу на трубопроводі потоку суспензії з сировиною Б у схемі (рис. 2.2) виконується діями з кнопкою **SB6** та спрацьовуваннями відповідних контактів, як і у електромоторів **M1** та **M2**.

Вимикання живлення електромотора M2 ротаційного насосу виконується аналогічними діями з кнопкою **SB5** та спрацьовуваннями відповідних контактів, як і у електромоторів **M1** та **M2**.

На електричній схемі (рис. 2.2) біля кожного ланцюга з справа записують напис «функції», яка реалізується струмом і елементами у ланцюгу схеми.

2.2 Правила і приклад створення принципової електричної схеми для системи аварійного захисту електромоторів у аварійних ситуаціях

На виробництвах у технологічних процесів можливі різні види аварійних ситуацій, наприклад, коли зупиняється технологічне обладнання з технічних причин, або відключається електричне живлення на виробництві і тому подібного. Для розуміння створюваних принципових схем для аварійного захисту електромоторів технологічного обладнання у подальшому по тексту навчального посібника спочатку сформулюємо постановку задачі для аварійного захисту електромотору:

1). Необхідно розробити функціональну схему для системи аварійного захисту електромоторів **М1** та **М3** у насосів хімічного реактора.

2). Відповідно до створеної функціональної схеми системи аварійного захисту електромоторів потрібно розробити принципову електричну схему для системи аварійного захисту електромоторів **М1** та **М3**.

Перед початком розробки функціональної схеми для системи аварійного захисту електромотору **М1** спочатку з'ясуємо особливості конструкції і роботи відцентрового насоса на трубопроводу потоку сировини **А**. Конструкцію відцентрового насоса показано на (рис. 2.3), де можна бачити наступне:

- корпус (1) у якому обертається з зогнутими лопатками робоче колесо (2), яке закріплене на валу електромотора;
- за рахунок дії відцентрових зусиль на масу між лопатками при обертанні робочого колеса на виході з насоса у трубопроводу (4) утворюється підвищений тиск по рівнянню з тиском у трубопроводу на вході у насос;
- відцентровий насос створює у трубопроводу перепад тиску за рахунок якого і виникає переміщення маси потоку сировини по технологічному трубопроводу;
- частина робочого колеса відцентрового насоса при обертанні притиснута до корпусу і при появі (попаданні) твердої частинки між корпусом і лопатками колеса, робоче колесо може зупинитися, тобто буде виникати аварійна ситуація у роботі відцентрового насоса;

- при зупинці робочого колеса насосу у трубопроводі (4) на виході з насосу зменшується тиск, тобто виникає зменшення перепаду тисків у технологічному трубопроводі і відповідно переміщення маси потоку сировини стане менше або зупиняється;
- робоче колесо відцентрового насосу для обертання закріплюється на валу електромотора і оберти передаються по (рис. 2.4) за допомогою металевого вкладиша пластинки (шпонка), яка виконує також ще функцію механічного захисту від руйнування лопаток робочого колеса при аварійній зупинці насосу;
- пластинка (шпонка) при зупинці робочого колеса насосу розрізається на дві частинки і робоче колесо та вал електромотора залишаються непошкодженими і електромотор може вільно обертатись без робочого колеса;
- електромотор насосу при зупинці робочого колеса буде продовжувати обертання якорю і за рахунок відсутності моменту проти дії на якір електромотору буде у часі швидко збільшуватись кількість обертів якорю, тобто для електромотору також буде виникати аварійна ситуація з можливим пошкодженням обмоток живлення та елементів кріплення якорю.

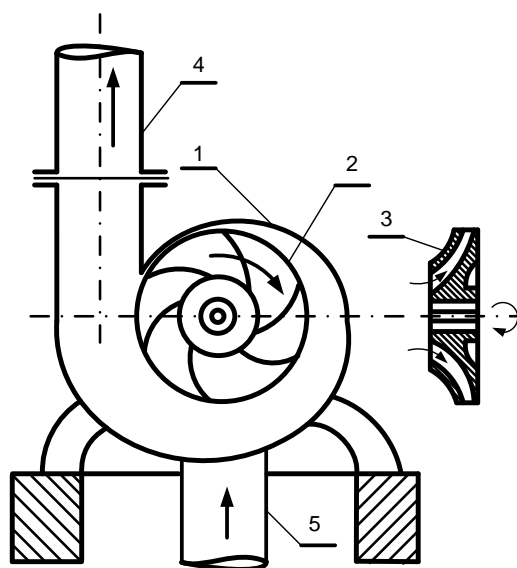


Рис. 2.3. Схема конструкції відцентрового насосу: 1 – корпус насосу;
2 – робоче колесо насосу; 3 – лопатки робочого колеса;
4 – вихідний трубопровід; 5 – вхідний трубопровід насосу.

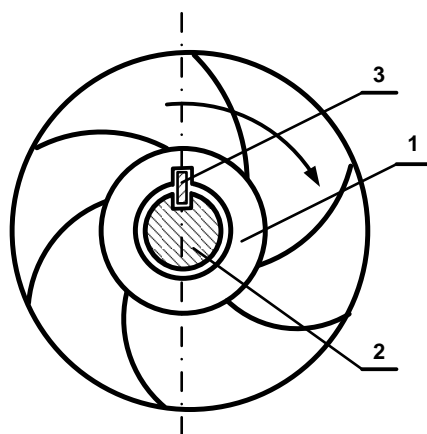


Рис. 2.4. Конструкція кріплення робочого колеса насосу на валу електромотора:
1 – робоче колесо насосу; 2 – вал електромотора насосу; 3 – пластинка
вкладиш для передачі обертів від валу електромотора до робочого колеса.

Для збереження робочого стану електромотору при аварійній зупинці відцентрового насосу повинна існувати і спрацьовувати автоматично система аварійного захисту за рахунок швидкого вимикання живлення при зменшенні робочого тиску потоку сировини у трубопроводу (4) на виході відцентрового насосу. Система аварійного захисту електромотору повинна автоматично визначати аварійну зупинку відцентрового насосу і автоматично без участі робітників вимикати живлення, тобто впливати на ланцюг живлення електромагніту магнітного пускача відповідного електромотору.

Вище по тексті про властивості роботи відцентрового насосу було вказано, що коли зупиняється аварійно робоче колесо насосу, тоді у вихідному трубопроводу падає тиск. При падінні тиску у вихідному трубопроводу (4) насосу повинна реагувати і спрацьовувати принципова електрична схема системи аварійного захисту електромотору. Функціональна схема контурів для системи аварійного захисту електромотору може бути такою, як це показано на (рис. 2.5).

Принципова електрична схема системи автоматичного аварійного захисту електромотору повинна спрацьовувати автоматично за рахунок контролю тиску у трубопроводу на виході з насосу та за рахунок налаштування блоку сигналізації відповідного приладу з такими функціональними можливостями:

- постійно для приладу подається вхідний сигнал про вимірюване значення робочого тиску у технологічному трубопроводу після насосу;

- прилад показує значення робочого тиску у трубопроводі насосу і блок сигналізації приладу згідно налаштувань контролює значення тиску;
- при зменшенні робочого тиску у трубопроводі після насосу автоматично блок сигналізації приладу формує дискретний сигнал для відключення ланцюга живлення відповідного магнітного пускача електромотору.

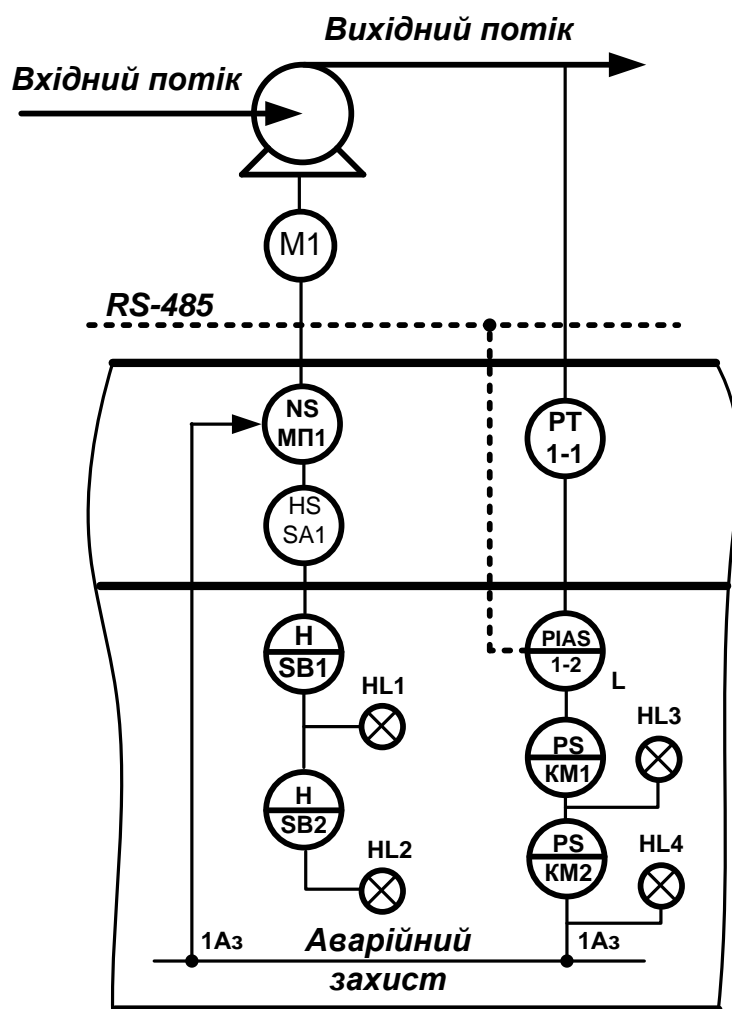


Рис. 2.5. Функціональна схема для контуру системи аварійного захисту електромотору М1.

На схемі рис. 2.5 пристрій **PT** (поз.1-1) створює і передає сигнал про значення робочого тиску у трубопроводі на виході відцентрового насосу і цей стандартний струмовий сигнал (4...20 mA) подається на вхід приладу **PIAS** (поз. 1-2). У якості приладу (поз. 1-2) будемо розглядати використання мікропроцесорного технологічного індикатора ІТМ-11 МІКРОЛ [3].

Конструкція мікропроцесорного технологічного індикатора ІТМ-11 виконана у вигляді 2-х частин: блоку панелі приладу з дисплеями та з плати клемних-блочних з'єднань (КБЗ) для підключення живлення приладу і вхідного сигналу від вимірювача (датчика) тиску у технологічному трубопроводу. На (рис.2.6) показано зображення блоку панелі приладу ІТМ-11 МІКРОЛ та на (рис. 2.7) показано зображення загального вигляду плати клемних-блочних з'єднань КБЗ-17К-01.



Рис. 2.6. Зображення блоку панелі мікропроцесорного приладу ІТМ-11.

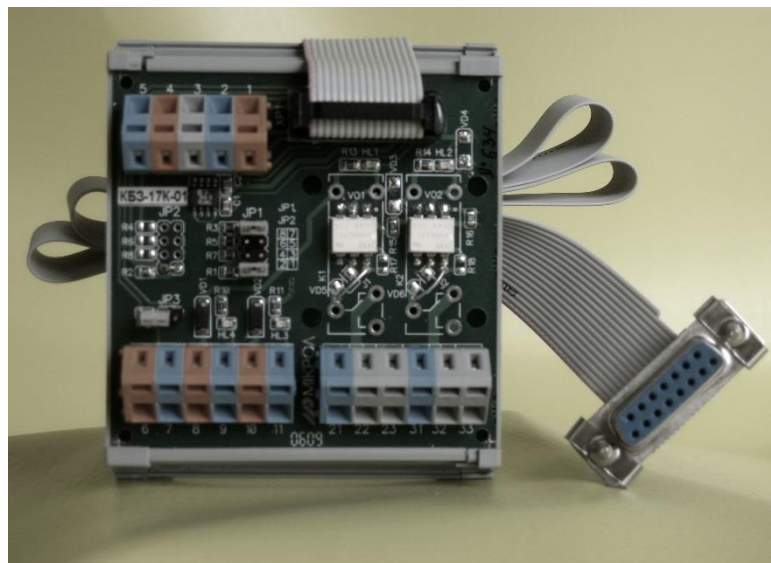


Рис. 2.7. Зображення плати клемних-блочних з'єднань КБЗ-17К-01.

Плата КБЗ-17К-01 за допомогою шлейфу підключається до блоку панелі приладу з дисплеями. Мікропроцесорний прилад ІТМ-11 з платою КБЗ-17К-01 може показувати значення робочого тиску на виході насосу, а блок сигналізації приладу (поз. 1-2) сигналізувати падіння значення тиску і одночасно формувати вихідний дискретний сигнал у 24V постійного струму для електромагнітного реле **PS** (поз. **КМ1**). Структурна схема елементів плати КБЗ-17К-01 і підключення технічних засобів системи аварійного захисту для електромотору **М1** показані на (рис. 2.8). За допомогою дискретного сигналу блоку сигналізації приладу ІТМ-11 і контакту реле **КМ1-1** буде вмикатися живлення сигнальної лампочки **НЛ3**, яка буде вказувати, що виникла аварія відцентрового насосу. Другий контакт **КМ1-2** реле **PS** (поз. **КМ1**) буде використовуватися для подачі живлення 220V змінного струму на електромагніт реле **PS** (поз. **КМ2**) і на контакт **КМ2-1**, який буде вмикати живлення для сигнальної лампочки **НЛ4**, яка і буде вказувати про спрацювання системи аварійного захисту електромотора і виконання функції по аварійному захисту, яку для схеми позначимо умовно сигналом **1Аз** (Аварійний захист). Функція (сигнал) по аварійному захисту **1Аз** буде виконуватися за допомогою нормально замкненого контакту **КМ2-2**, який потрібно послідовно підключити з контактом **МП1-1** магнітного пускача **МП1** зі схеми (рис. 2.2). Таким чином контакт **КМ2-2** буде відключати струм живлення електромагніту магнітного пускача **МП1** за допомогою розмикання ланцюга живлення. При відключенні живлення електромагніту магнітного пускача **МП1** контакти магнітного пускача **МП1-4**, **МП1-5** та **МП1-6** стануть розімкнутими і у електромотора **М1** буде вимкнено живлення і відповідно якір електромотора зупиниться.

На основі принципової електричної схеми (рис. 2.2) з дистанційного керування електромотором **М1** можна створити принципову електричну схему (рис. 2.8) з такими функціями:

- дистанційне включенням і вимикання живленням електромотору;
- аварійний захист електромотору **М1** при аварії відцентрового насосу.

Принципова електрична схема рис. 2.8 розроблена з урахуванням, що у якості приладу **PIAS** (поз. 1-2) буде використовуватися мікропроцесорний прилад ІТМ-

11 МІКРОЛ [3], який має плату клемних-блочних з'єднань КБЗ-17К-01 МІКРОЛ і до якої за допомогою шлейфу підключається корпус приладу з дисплеями та центральним мікропроцесором. Для плати КБЗ-17К-01 потрібно подавати живлення 24 V постійного струму від двоканального блока живлення БПС24-2К МІКРОЛ. На платі клемних-блочних з'єднань КБЗ-17К-01 електронне реле **VO1** з контактом **DO1** може спрацювати від постійного струму при живленні напругою = **24 V** і тому з цих причин потрібно у схему аварійного захисту електромотору підключати двоканальний блок живлення постійного струму БПС24-2К МІКРОЛ (рис. 2.9).

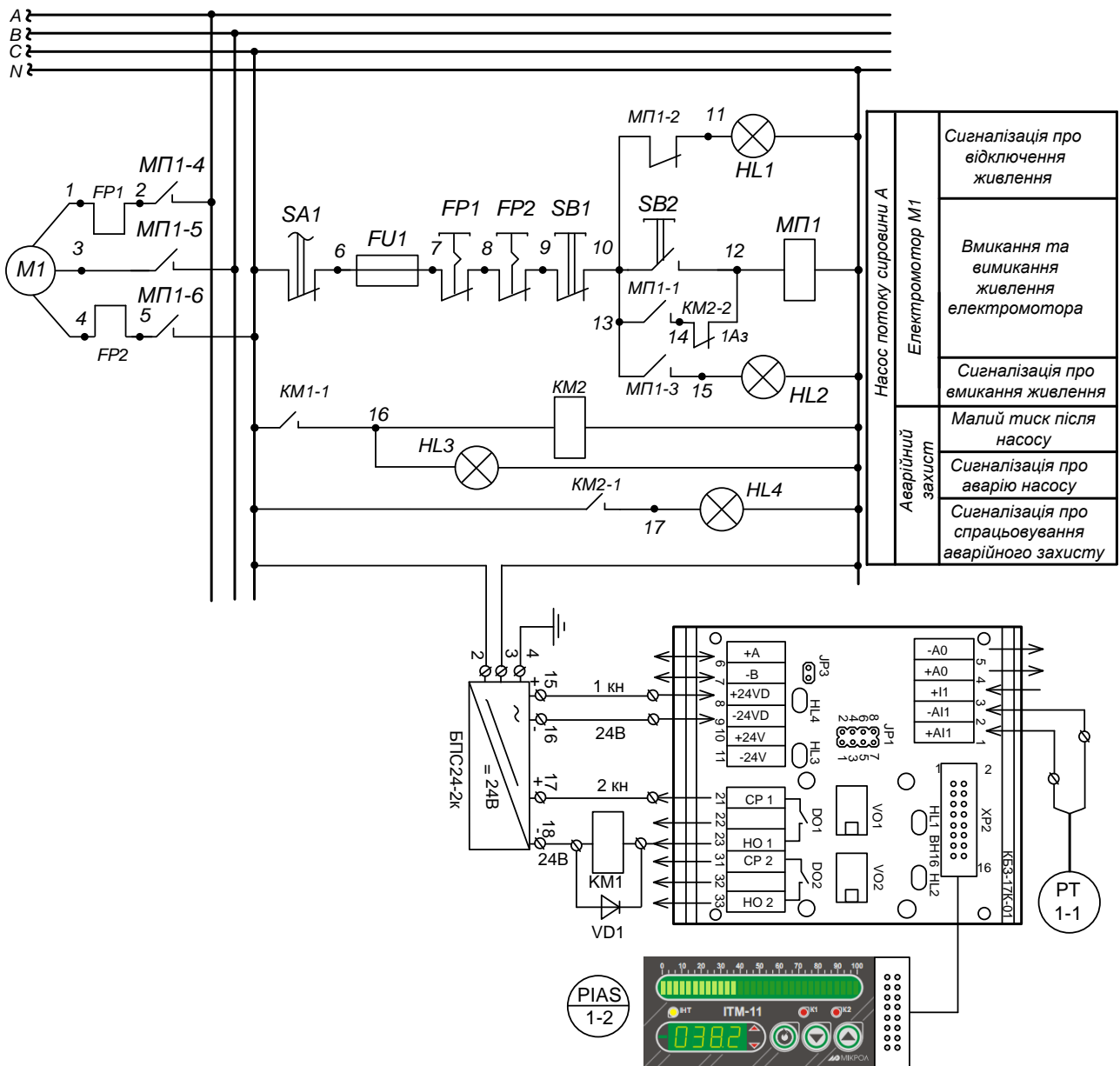


Рис. 2.8. Принципова електрична схема системи дистанційного керування електромотором М1 з системою аварійного захисту.

При зупинці відцентрового насосу «аварійно» блок сигналізації приладу ІТМ-11 зможе визначати, що робочий тиск став менше на виході з насосу і сформувати для системи аварійного захисту електромотора **М1** дискретний струмовий сигнал за допомогою електронного реле **VO1** та контакту **DO1**, розташованих на платі клемних-блочних з'єднань КБЗ-17К-01 (рис. 2.7).



Рис. 2.9. Зображення стабілізованого блоку живлення БПС24-2К.

При спрацюванні у схемі (рис. 2.8) електронного реле **VO1** та контакту **DO1** буде також одночасно спрацювати електромагнітне реле постійного струму **KM1**, яке буде спрацювати від постійного струму у **24V** блоку живлення БПС24-2К. Одночасно за допомогою контакту **KM1-1** електромагнітного реле **KM1**, буде підключатися струм від лінії змінного струму живленням у **220 V** до ланцюгу живлення електромагніту реле **KM2**. У результаті цього спрацюють у реле **KM2** наступні контакти:

- **KM2-1** з'єднує ланцюг живлення для сигнальної лампочки **HL4** з сигналізацією, що спрацювала система аварійного захисту електромотору **М1**;

- **КМ2-2** розімкнеться і таким чином виконає функцію аварійного захисту **1Аз**, тобто автоматично відключить ланцюг живлення електромагніту магнітного пускача **МП1** і це можна також показати лініями дії сигналів на схемі (рис. 2.5).

При аварійній ситуації у разі зупинки відцентрового насосу на трубопроводу потоку сировини **А** на пульті керування повинні бути включеними такі сигнальні лампочки і вказувати про наступне:

- сигнальна лампа **HL1** червоного кольору буде показувати, що живлення для електромотору **М1** відключено аварійною системою захисту;
- сигнальна лампа **HL3** червоного кольору буде показувати, що виникла аварія відцентрового насосу на трубопроводу потоку сировини **А** і одночасно значення малого тиску буде показано на цифровому дисплею приладу ІТМ-11 (поз. 1-2) на схемі (рис. 2.5);
- сигнальна лампа **HL4** червоного кольору буде показувати, що система аварійного захисту спрацювала і відключила живлення у електромотору **М1**.

Аналогічним чином можна розробити принципову електричну схему для системи аварійного захисту електромотору **М3** на основі також іншого мікропроцесорного приладу ІТМ-11 МІКРОЛ з іншою конструкцією плати клемних-блочних з'єднань КБЗ-17Р-01. Дана плата відрізняється тим, що має електромагнітне реле з можливістю підключати до контактів ланцюги струмів від живлення змінного струму у **220 V**.

У прикладу по створенню принципової схеми для системи аварійного захисту електромотора за допомогою приладу ІТМ-11 з платою КБЗ-17Р-01 розглянемо функціональну схему контурів, які показано на (рис. 2.10).

Принципова електрична схема системи автоматичного аварійного захисту електромотора **М3** також буде спрацьовувати автоматично за рахунок контролю робочого тиску у трубопроводу на виході насосу потоку сировини **Б** та за допомогою налаштування блоку сигналізації у приладу ІТМ-11 (поз. 2-2) на

схемі (рис.2.7). По сигналу про зменшення вимірюваного тиску на виході насосу потоку сировини **Б** буде також ІТМ-11 (поз. 2-2) формувати дискретний сигнал **3Аз** для аварійного відключення ланцюга живлення магнітного пускача **МПЗ** електромотору **М3**.

На схемі (рис. 2.10) пристрій **PT** (поз.2-1) формує сигнал (4...20 mA) про значення тиску у трубопроводі на виході насосу потоку суспензії сировини **Б** і подає на вхід приладу **PIAS** (поз. 2-2). У якості приладу (поз. 2-2) будемо розглядати використання мікропроцесорного технологічного індикатора ІТМ-11 з платою марки КБЗ-17Р-01 МІКРОЛ [3].

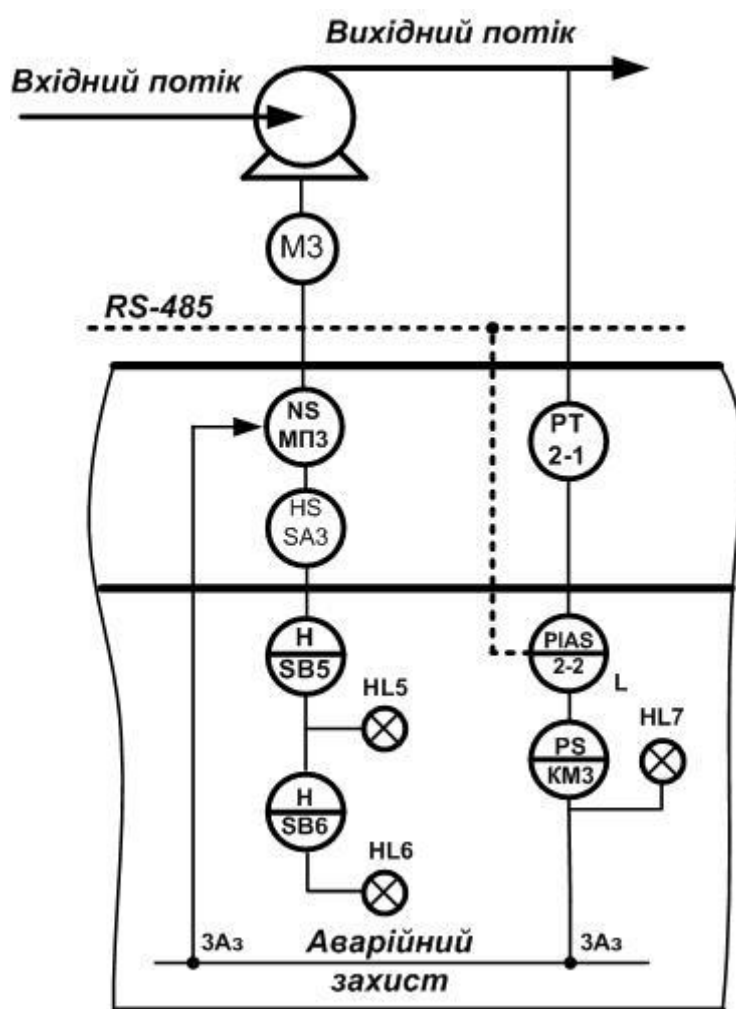


Рис. 2.10. Функціональна схема контурів системи аварійного захисту електромотора М3.

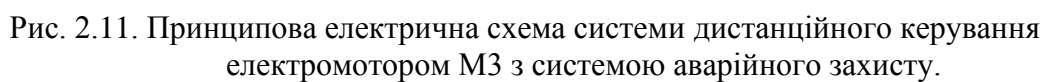
Плата КБЗ-17Р-01 за допомогою шлейфу також підключається до блоку панелі приладу з дисплеями. Мікропроцесорний прилад ІТМ-11 з платою КБЗ-17Р-01 може показувати значення робочого тиску на виході насосу суспензії

сировини **Б**, а блок сигналізації приладу (поз. 2-2) при відповідних налаштуваннях сигналізувати падіння значення робочого тиску на виході насосу і одночасно формувати вихідний аварійний дискретний сигнал змінного струму з напругою живлення у **220 V** для електромагнітного реле **PS** (поз. **КМ3**) на схемі (рис. 2.10). Структура плати КБЗ-17Р-01 і підключення технічних засобів системи дистанційного керування і аварійного захисту електромотору **М3** показано на схемі (рис. 2.11).

Сигнал про значення вимірюваного тиску на виході насосу від пристрою **РТ** (поз. 2-1) подається до плати КБЗ-17Р-01 на клемні колодки (1 та 2) для контролю значення вимірюваного тиску блоком сигналізації приладу **PIAS** (поз. 2-2). Коли блок сигналізації приладу ІТМ-11 відповідно до налаштувань визначає малий робочий тиск, тоді формується сигнал живлення для електромагнітного реле **К1**, розташованого на платі КБЗ-17Р-01, щоби контакти **СР1** та **НР1** плати КБЗ-17Р-01 стали замкненими і з'явився струм для електромагнітного реле **КМ3**. Електромагнітне реле **КМ3** спрацьовує і відповідно контакт **КМ3-1** замикається, а контакт **КМ3-2** навпаки розмикається, що і відключає живлення для електромагніту пускача **МП3**. Контакт **КМ3-1** включає живлення сигнальної лампи **НЛ7**, яка буде показувати про аварію насосу і спрацювання системи аварійного захисту електромотору **М3** з виконанням аварійної функції **ЗАз** (рис. 2.10). При відключенні живлення електромагніту магнітного пускача **МП3** відповідно контакти **МП3-4**, **МП3-5** та **МП3-6** магнітного пускача розмикаються, тобто у електромотора **М3** буде вимкнута напруга живлення і він зупиниться.

При аварійній ситуації у разі зупинки насосу на трубопроводі потоку сировини **Б** на пульту керування повинні бути включеними такі сигнальні лампочки і вказувати про наступне:

- сигнальна лампочка **НЛ7** червоного кольору буде показувати про аварію насосу і що живлення для електромотору **М3** відключено аварійною системою захисту;



Після закінчення ремонту насосу на трубопроводу сировини **Б** робітник з технологічного персоналу натискає кнопку **SB6** і утримує 5..6 секунд для включення живлення електромотору **М3**. Живлення починає подаватися до магнітного пускача **МП3** і контакти **МП3-4**, **МП3-5** та **МП3-6** спрацьовують, тобто замикаються і живлення також почне подаватися до електромотору **М3** і одночасно сигнальна зелена лампа **HL6** стане включеною, а відповідно червона лампочка **HL5** виключеною. Коли тиск на виході насосу стане «робочим» червона сигнальна лампочка **HL7** відключається, а контакти **МП3-1** та **КМ3-2** у ланцюгах підключення з точками (13-14) та (12-14) на схемі (рис.2.11) відповідно стануть замкненими. Після відпускання робітником кнопки **SB6** на електромагніт пускача **МП3** буде подаватися струм і відповідно через контакти **МП3-4**, **МП3-5** та **МП3-6** буде подаватися з трьох фаз живлення до мотору **М3** і насос на трубопроводу почне працювати.

3. Схемотехніка системи технологічного блокування у схемі автоматизації процесу при аварійних ситуаціях

Згідно схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора (рис. 1.16) можна скласти спрощену функціональну схему (рис. 3-1) для формулювання постановки задачі для розробки системи технологічного блокування при аварійних ситуаціях у технологічного процесу хімічного реактора.

3.1 Постановка задачі для розробки схем системи технологічного блокування у аварійних ситуаціях

Для аварійної ситуації у технологічному регламенту процесу хімічного реактора визначені такі дії для робітників і систем управління живленням електромоторів та систем регулювання технологічних параметрів хімічного реактора:

1). При аварійній зупинці відцентрового насосу з електромотором **М1** згідно технологічного регламенту на технологічний процес потрібно у хімічного реактора також зупинити роботу насосу з електромотором **М3**, тому що витрата сировини **А** та витрата сировини **Б** для хімічної реакції у апарат повинна бути в

заданому співвідношенні витрат. Якщо одна сировина, наприклад **А**, не подається, тоді друга сировина **Б** також не повинна подаватися у апарат, тобто потрібно з технологічних причин зупинити і насос з мотором **М3**.

2). Відключення обладнання або приладів з технологічних причин виконується за допомогою системи технологічного блокування і така система повинна спрацювати одночасно з системою аварійного захисту електромоторів.

3). Спрацювання системи технологічного блокування повинно бути на основі електромагнітних реле, які використовуються для аварійного захисту електромоторів технологічного процесу хімічного реактора.

4). Коли виникає аварійна ситуація у технологічного процесу хімічного реактора також у контурах регулювання витрати сировини **А** і регулювання співвідношення витрати сировини **Б** потрібно на трубопроводах закрити регулювальні клапани за рахунок відключення сигналів від автоматичних регуляторів до регулювальних клапанів при допомозі системи технологічного блокування, коли при аварії вимикається живлення у електромотору **М1** або у електромотору **М3**.

На основі контурів схеми автоматизації процесу хімічного реактора (рис. 1.16) складемо функціональну схему (рис. 3.1) для розуміння роботи системи аварійного захисту електромоторів і системи технологічного блокування. Наприклад, на (рис. 3-1) показано контури можливої функціональної взаємодії сигналів **1Аз** та **3Аз** для аварійного захисту електромоторів **М1** і **М3** та їх технологічного блокування по сигналах **1Тб** та **3Тб**. Для функцій технологічного блокування **1Тб** та **3Тб** згідно схеми (рис. 3-1) сигнали повинні створюватися за допомогою нормально замкнених контактів електромагнітних реле **КМ1** та **КМ3** одночасно з сигналами аварійного захисту **1Аз** та **3Аз**. Наприклад, якщо аварійно зупиняється відцентровий насос на трубопроводу сировини **А**, тоді сигнал аварійного захисту **1Аз** вимикає живлення у електромотора **М1** і одночасно з цим сигнал **1Тб** для технологічного блокування повинен вимикати живлення у електромотору **М3** для зупинки насосу на трубопроводі подачі сировини **Б**. Коли аварійно зупиняється насос на трубопроводу сировини **Б**, аналогічним чином по сигналу **3Аз** вимикається живлення у електромотору **М3** і одночасно за рахунок

технологічного блокування потрібно виконати вимикання живлення у електромотору **М1** насоса на трубопроводі сировини **А** (рис. 3-1).

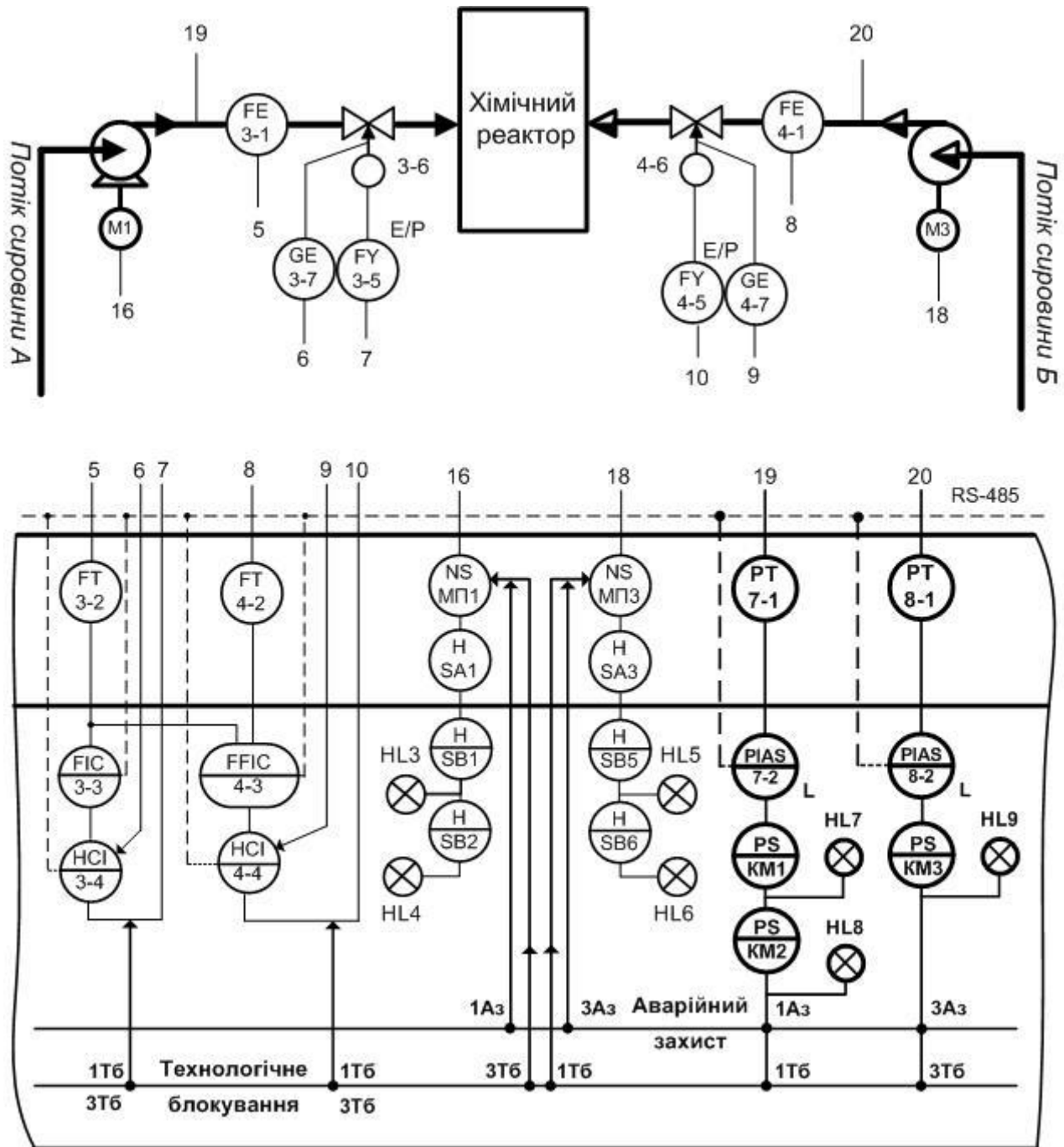


Рис. 3.1. Функціональна схема роботи системи аварійного захисту і системи технологічного блокування при аварійних ситуаціях у технологічному процесу хімічного реактора.

На трубопроводі сировини **А** та трубопроводі сировини **Б** використовуються регулювальні клапани (поз. 3-6) та (поз. 4-6), які при аварійних ситуаціях потрібно повністю закрити, щоби при виконанні по

аварійному насосу ремонтних робіт з технологічного трубопроводу не виходила відповідна сировина, яка може бути агресивною і шкідливою для людини з технологічного персоналу. На схемі (рис. 3-1) сигнали технологічного блокування **1Тб** та **3Тб** впливають на вхідний сигнал для виконавчого механізму відповідного регулювального клапану, тобто відключається сигнал до клапану від автоматичного регулятора. Як відомо при відключенні сигналу регулятора від регулювального клапану виконується закриття клапаном повністю трубопроводу при експлуатації нормально-зачинених регулювальних клапанів (поз. 3-6) та (поз. 4-6), тобто буде виконуватися у аварійних ситуаціях відповідне технологічне блокування технічних засобів (регулювальних клапанів) у контурах регулювання технологічних параметрів.

Для реалізації системи аварійного захисту і системи технологічного блокування електромоторів для функціональної схеми (рис. 3.1) технологічного процесу хімічного реактора потрібні такі принципові електричні схеми:

- принципова електрична схема з системами:
 - система дистанційного керування включенням і вимиканням живлення у електромоторів;
 - система аварійного захисту електромоторів при зупинці якогось насосу;
 - система для виконання технологічного блокування електромоторів у аварійних ситуаціях;
- принципова електрична схема для виконання технологічного блокування сигналів від автоматичних регуляторів до регулювальних клапанів у аварійних ситуаціях технологічного процесу хімічного реактора.

3.2 Приклад створення принципової електричної схеми з системами дистанційного управління і аварійного захисту з технологічним блокуванням живлення електромотору М1

У принципову електричну схему системи дистанційного керування живленням електромотору **М1** з системою аварійного захисту (рис. 2.8) додаємо ланцюг для виконання технологічного блокування живлення магнітного пускача **МП1** по сигналу **3Тб** (Технологічне блокування).

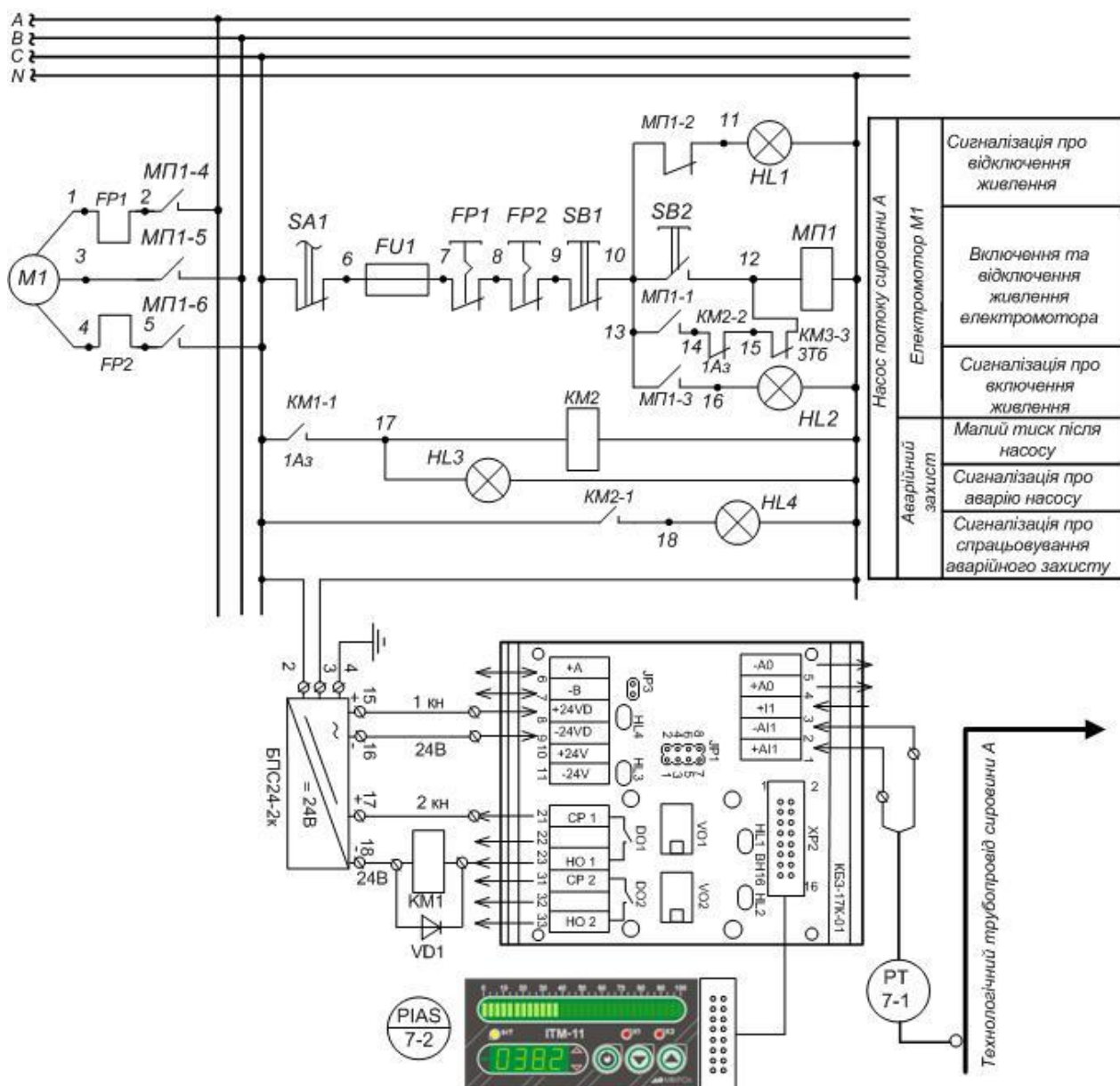


Рис. 3.2. Принципова електрична схема для системи дистанційного керування і аварійного захисту та технологічного блокування живлення електромотору М1 при аварійній ситуації у технологічного процесу хімічного реактора.

Сигнал функції **1Аз** по відключенню живлення для аварійного захисту електромотора **М1** виконується у схемі (рис. 3.2) контактом **КМ2-2** (реле **КМ2**), який знаходиться у ланцюгу струму з точками з'єднання (14 та 15). Контакт **КМ2-2** електромагнітного реле вимикає живлення електромотору **М1**, коли аварійно зупиняється насос на трубопроводу з потоком сировини **А**. Сигнал функції **ЗТБ** для технологічного блокування живлення електромотору **М1** (рис. 3.2) виконується за допомогою контакту **КМ3-3** (реле **КМ3**) у ланцюгу струму з точками з'єднання (12 та 15). Контакт **КМ3-3** електромагнітного реле виконує

технологічне блокування електромотору **М1**, тобто вимикає живлення, коли аварійно зупиняється насос на трубопроводі з потоком сировини **Б**.

На принциповій електричній схемі (рис. 3.2) системи аварійного захисту і технологічного блокування електромотору **М1** показано на основі плати клемних-блочних з'єднань КБЗ-17К-01 мікропроцесорного приладу ІТМ-11 з блоком сигналізації, налаштованим на контроль робочого тиску на виході насоса на трубопроводі потоку сировини **А**. З урахуванням використання у приладу ІТМ-11 плати клемних-блочних з'єднань КБЗ-17К-01 на схемі (рис. 3.2) передбачено такі 2 електромагнітних реле:

- реле **КМ1** спрацьовує від струму живленням у 24 V постійного струму від блоку живлення БПС24-2К. Діод **VD1** захищає обмотку електромагніту реле **КМ1** від додаткових можливих е.р.с. (електрична рушійна сила) самоіндукції при замиканнях та розмиканнях контактів реле;
- реле **КМ2** спрацьовує від живлення у 220 V змінного струму, який подається за допомогою нормального розімкнутого контакту **КМ1-1**, коли спрацьовує система аварійного захисту.

На схемі (рис. 3.2) лампочка **HL3** виконує сигналізацію про аварію насоса, а лампочка **HL4** забезпечує сигналізацію про спрацьовування системи аварійного захисту і технологічного блокування живлення електромотору **М1**.

3.3 Приклад створення принципової електричної схеми з системами дистанційного управління і аварійного захисту з технологічним блокуванням живлення електромотору М3

У принципову електричну схему (рис. 2.11) системи дистанційного керування електромотором **М3** з системою аварійного захисту додаємо ланцюг для виконання технологічного блокування живлення магнітного пускача **МП3** по сигналу функції **1Тб** згідно функціональної схеми (рис. 3.1). Для вимикання живлення системою аварійного захисту електромотору **М3** у схемі (рис. 3.3) сигнал **3Аз** виконується за допомогою контакту **КМ3-2**, який знаходиться у ланцюгу струму з точками з'єднання (14 та 15). Контакт **КМ3-2** електромагнітного реле **КМ3** вимикає живлення електромотору **М3**, коли аварійно зупиняється насос на трубопроводі з потоком сировини **Б**. Сигнал функції **1ТБ**

для технологічного блокування живлення електромотору у схемі (рис. 3.3) виконується за допомогою контакту **КМ2-3** у ланцюгу струму з точками з'єднання (12 та 15). Контакт **КМ2-3** електромагнітного реле **КМ2** виконує технологічне блокування електромотора **М3**, тобто вимикає живлення, коли аварійно зупиняється насос на трубопроводі з потоком сировини **А**.

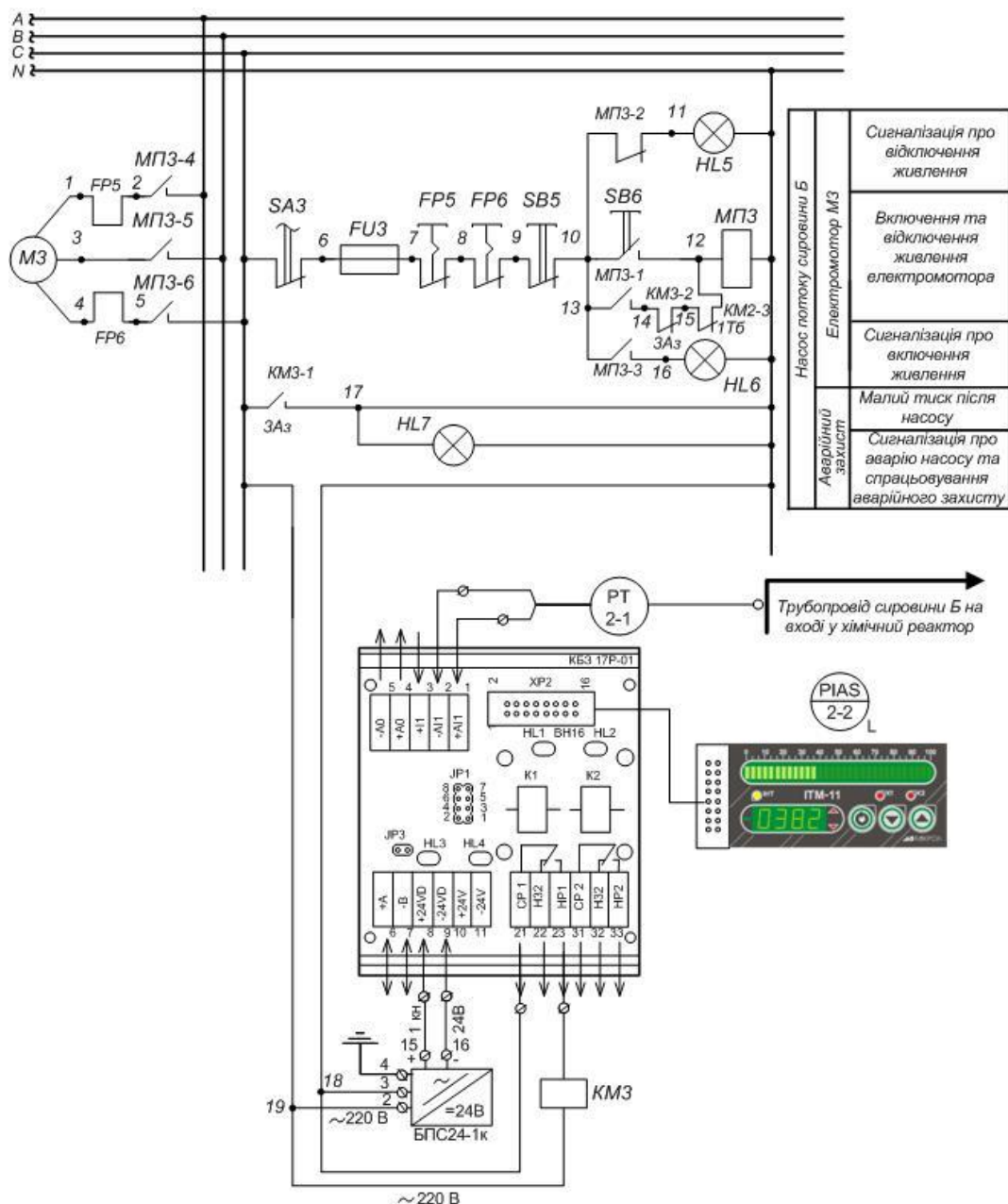


Рис. 3.3. Принципова електрична схема системи дистанційного управління і аварійного захисту та технологічного блокування живлення електромотору **М3** у аварійній ситуації.

На принциповій електричній схемі (рис. 3.3) система аварійного захисту і технологічного блокування електромотору **М3** виконано на основі плати клемних-блочних з'єднань КБЗ-17Р-01 мікропроцесорного приладу ІТМ-11 з

блоком сигналізації, налаштованим на контроль робочого тиску на виході насосу на трубопроводу потоку сировини **Б**. З урахуванням використання у приладу ІТМ-11 плати клемних-блочних з'єднань КБЗ-17Р-01 у схемі (рис. 3.3) передбачено використання одного електромагнітного реле:

- у схемі (рис. 3.3) реле **КМ3** спрацьовує від змінного струму живленням у 220 V;
- нормально розімкнутий контакт **КМ3-1** замикається і включає сигнальну лампочку **HL7**, коли спрацьовує система аварійного захисту електромотору **М3**.

Лампочка **HL7** виконує сигналізацію про аварію насосу на трубопроводу потоку сировини **Б** і спрацьовування системи аварійного захисту електромотору **М3**, а лампочка **HL5** забезпечує сигналізацію про вимикання живлення електромотору **М3** технічними засобами електричної системи управління обладнанням технологічного процесу хімічного реактора.

Принципові електричні схеми на (рис. 3.2) та (рис. 3.3) відрізняються тим, що у мікропроцесорних приладах ІТМ-11 (поз. 7-2) та (поз. 8-2) для навчального прикладу передбачено використання різних плат клемних-блочних з'єднань сигналів і різними способами формування дискретних сигналів для системи аварійного захисту і технологічного блокування, які відповідно реалізують (на рис. 3.2) реле **VO1** постійного струму з живленням у 24 V, а схемі (на рис. 3.3) реле **К1** змінного струму з живленням у 220 V. Для реле **К1** додатково потрібно використовувати реле **КМ3** тому що, контакти реле **К1** можуть підгорати і при необхідності ремонту контактів реле або заміни на нові краще це робити з електромагнітним реле **КМ3**, а для ремонту реле **К1** потрібно повністю замінювати плату КБЗ-17Р-01.

3.4 Принципова електрична схема системи технологічного блокування сигналу від автоматичного регулятора до регулювального клапану при аварійних ситуаціях

Відповідно до схеми (рис. 3.1) створимо функціональну структуру ланцюгів для контурів регулювання технологічних параметрів з системою

технологічного блокування сигналів від автоматичних регуляторів до регулювальних клапанів при аварійних ситуаціях у технологічному процесу хімічного реактора. Таку схему функціональної структури ланцюгів можна створити у вигляді, як це показано на (рис. 3.4) для регулювальних клапанів (поз. 3-6) та (поз. 4-6), які відповідно до функцій з технологічного блокування **1Тб** та **3Тб** зможуть закривати клапан у трубопроводу з сировиною **А** та закривати клапан у трубопроводу з сировиною **Б**. Нормально розімкнуті контакти електромагнітних реле **КМ2** і контакти реле **КМ3** вихідні регулювальні сигнали від автоматичних регуляторів (поз. 3-3) та (поз.4-4) на вході до перетворювачів (поз. 3-5) та (поз. 4-5) перемикають на ланцюг до підключеного постійного опору **R_н** для виконання технологічного блокування регулювальних клапанів за допомогою функцій **1Тб** та **3Тб**.

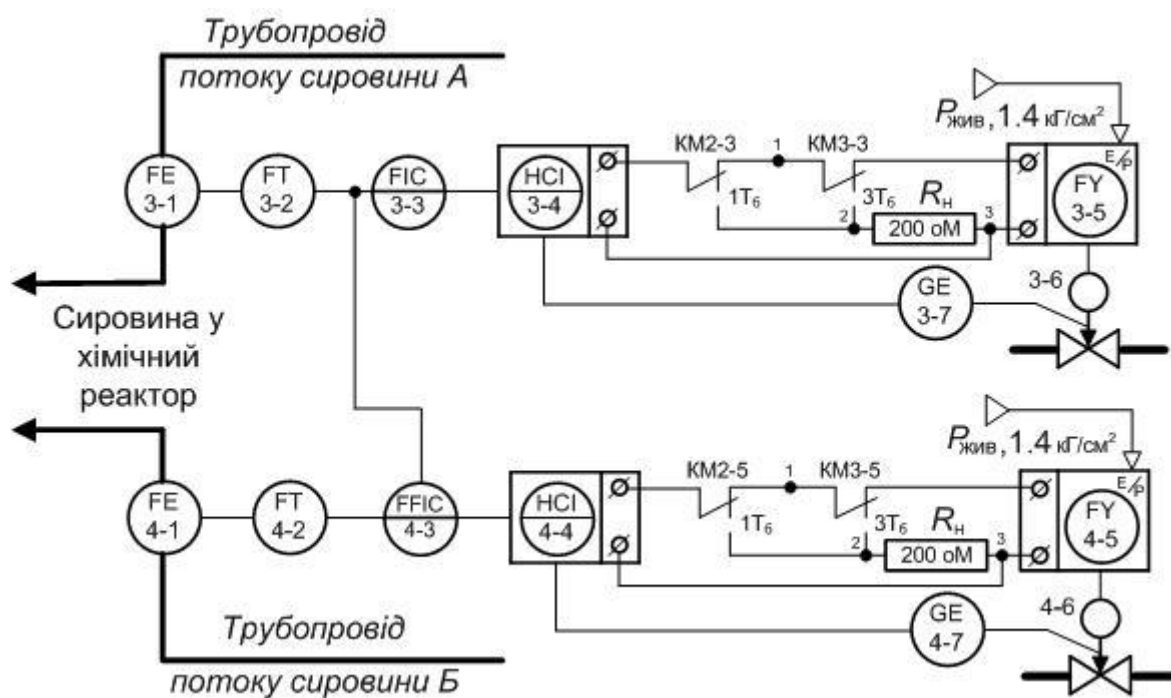


Рис 3.4 Функціональна структура ланцюгів для контурів регулювання з технологічним блокуванням сигналів до регулювальних клапанів у аварійних ситуаціях.

На (рис. 3.5) показано електричну схему ланцюгів контуру регулювання витрати сировини **А** з технічними засобами системи технологічного блокування сигналу до регулювального клапану (поз. 3-6) у аварійних ситуаціях. На (рис. 3.6) відповідно показано електричну схему ланцюгів контуру регулювання витрати сировини **Б** з технічними засобами і контактами реле, які утворюють

систему технологічного блокування сигналу до регулювального клапану (поз. 4-б) у аварійних ситуаціях.

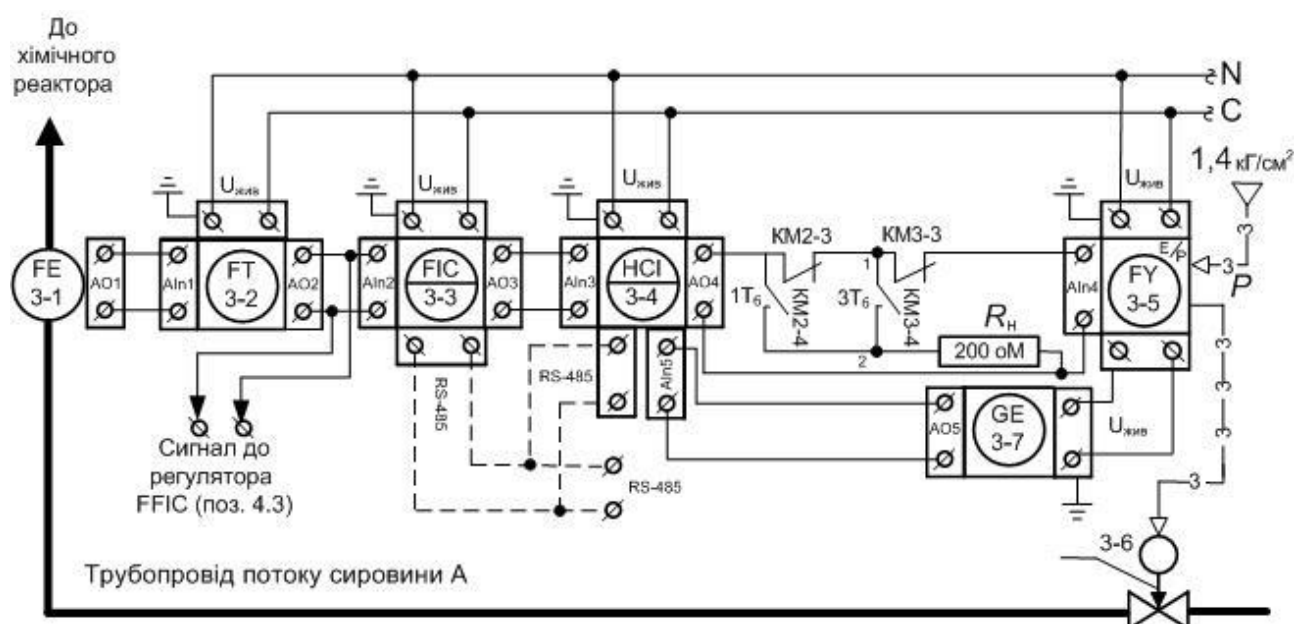


Рис. 3.5. Електрична схема ланцюгів контуру регулювання витрати сировини А з системою технологічного блокування сигналу до регулювального клапану у аварійних ситуаціях.

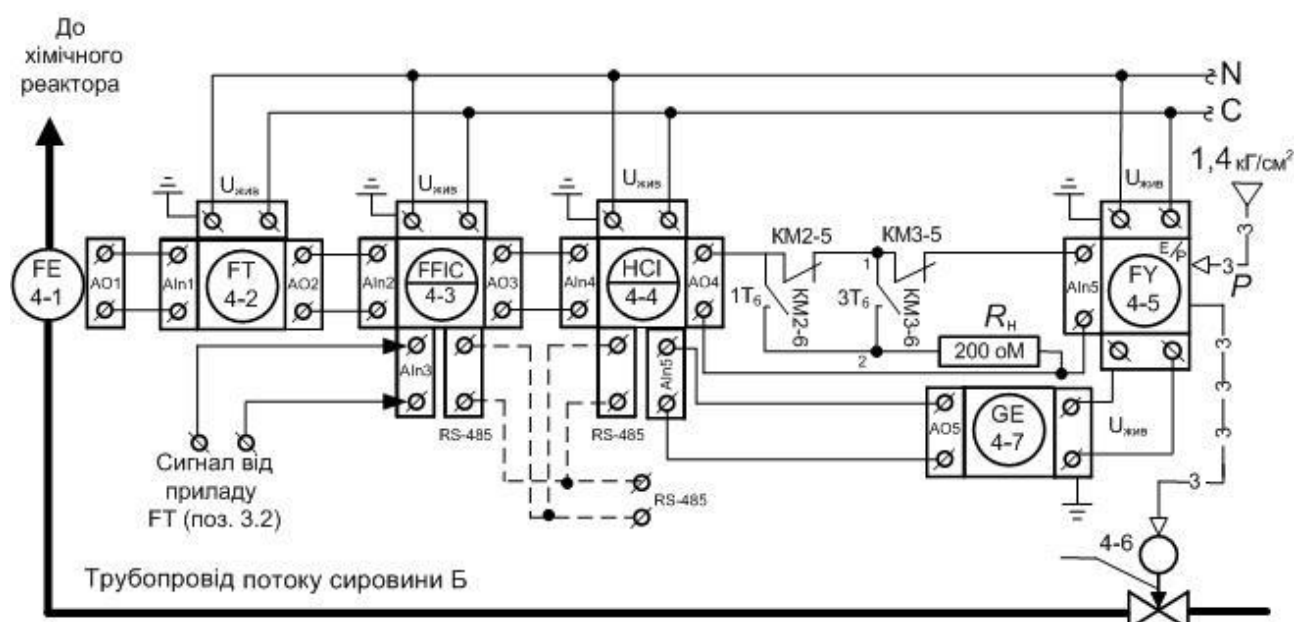


Рис. 3.6. Електрична схема ланцюгів контуру регулювання витрати сировини Б з системою технологічного блокування сигналу до регулювального клапану у аварійних ситуаціях.

На електричних схемах (рис. 3.5) та (рис. 3.6) можна побачити, які контакти електромагнітних реле спрацьовують у аварійних ситуаціях для

виконання функцій **1Тб** та **3Тб** з технологічного блокування вихідних сигналів від автоматичних регуляторів до регулювальних клапанів. Функція **1Тб** з технологічного блокування на (рис. 3.5) виконується за допомогою двох контактів **КМ2-3** та **КМ2-4**. Контакт **КМ2-3** є нормально замкненим контактом і він при нормальному стану технологічного процесу хімічного реактора утворює ланцюг для проходження сигналу від автоматичного регулятора до перетворювача сигналів і далі до регулювального клапану (поз. 3-6). Коли виникає аварійна ситуація у технологічного процесу (зупинка насосу з електромотором **М1**) нормально розімкнутий контакт **КМ2-4** замикається і одночасно з цим контакт **КМ2-3** розмикається, що створює замкнений ланцюг для вихідного струмового сигналу автоматичного регулятора на постійний опір у 200 оМ згідно рекомендації виробника технічних засобів автоматизації МІКРОЛ.

Коли виникає аварійна ситуація у технологічного процесу (зупинка насосу з електромотором **М3**) нормально розімкнутий контакт **КМ3-4** на (рис. 3.5) замикається і одночасно з цим контакт **КМ3-3** розмикається, що утворює замкнений ланцюг для вихідного струмового сигналу з автоматичного регулятора на постійний опір у 200 оМ, тобто виконується функція **3Тб** з технологічного блокування сигналу регулювального клапану (поз. 3-6), коли виникає аварійна ситуація у технологічного процесу хімічного реактора.

На (рис. 3.6) функція з технологічного блокування **1Тб** виконується за допомогою двох контактів **КМ2-5** та **КМ2-6**. Контакт **КМ2-5** є нормально замкненим контактом і він разом з контактом **КМ3-5** при нормальному стану технологічного процесу хімічного реактора утворюють ланцюг для проходження сигналу від автоматичного регулятора до перетворювача сигналів і далі до регулювального клапану (поз. 4-6). Коли виникає аварійна ситуація у технологічного процесу (насосу з електромотором **М3**) нормально розімкнутий контакт **КМ3-6** замикається і одночасно з цим контакт **КМ3-5** розмикається, що утворює замкнений ланцюг для вихідного струмового сигналу з регулятора на постійний опір у 200 оМ, тобто виконується функція **3Тб** з технологічного блокування і закриття клапану (поз. 4-6).

На схемах (рис. 3.5) та (рис. 3.6) показано блоки ручного управління (поз. 3-4) та (поз. 4-4), які можуть відключати автоматичний режим і переходити на ручний режим, але елементи для ручного управління у аварійній ситуації можуть не сформувати сигнал по якому регулювальний клапан стане повністю закритим на відповідному трубопроводу з сировиною.

4. Електричні схеми контурів вимірювання і сигналізації значень параметрів технологічного процесу

На хімічних та і на інших виробництвах технологічні апарати з хіміко-технологічними процесами можуть мати хімічні реакції з утворенням теплоти реакції (екзотермічні процеси) або навпаки для проходження реакції у відповідному напрямку потрібно реакційну масу додатково підігрівати (ендотермічні процеси). Наприклад, усім відомо, що сіль (NaCl) при температурі води (H_2O) більше 35 гр. $^{\circ}\text{C}$ градусів розчинюється швидко, а при температурі води менше 15 гр. $^{\circ}\text{C}$ градусів розчинюється значно повільніше.

Розглянемо приклад схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора з контурами сигналізації значень вимірюваних параметрів (рис. 4.1). Аналіз процесу технологічного апарату на схемі (рис. 4.1) показує, що при змішуванні потоку сировини **А** з потоком сировини **Б** виникає ендотермічна реакція і тому масу суміші у об'ємі корпусу хімічного реактора передбачено нагрівати перегрітим паром. Температура суміші на виході хімічного реактора вимірюється датчиком температури (поз. 6-1) і автоматичним регулятором (поз. 6-4) регулюється у межах 65...75 гр. $^{\circ}\text{C}$. Завдання для регулятора, наприклад, може бути налаштованим на значення у 70 гр. $^{\circ}\text{C}$ і процес додаткового нагрівання суміші буде регулюватися за рахунок змінювання витрати перегрітого пару на вході у теплообмінник реактора. Трубопровід з потоком сировини **А** і трубопровід з потоком сировини **Б** на вході у хімічний реактор знаходяться під впливом зовнішніх збурень зовнішнього середовища.

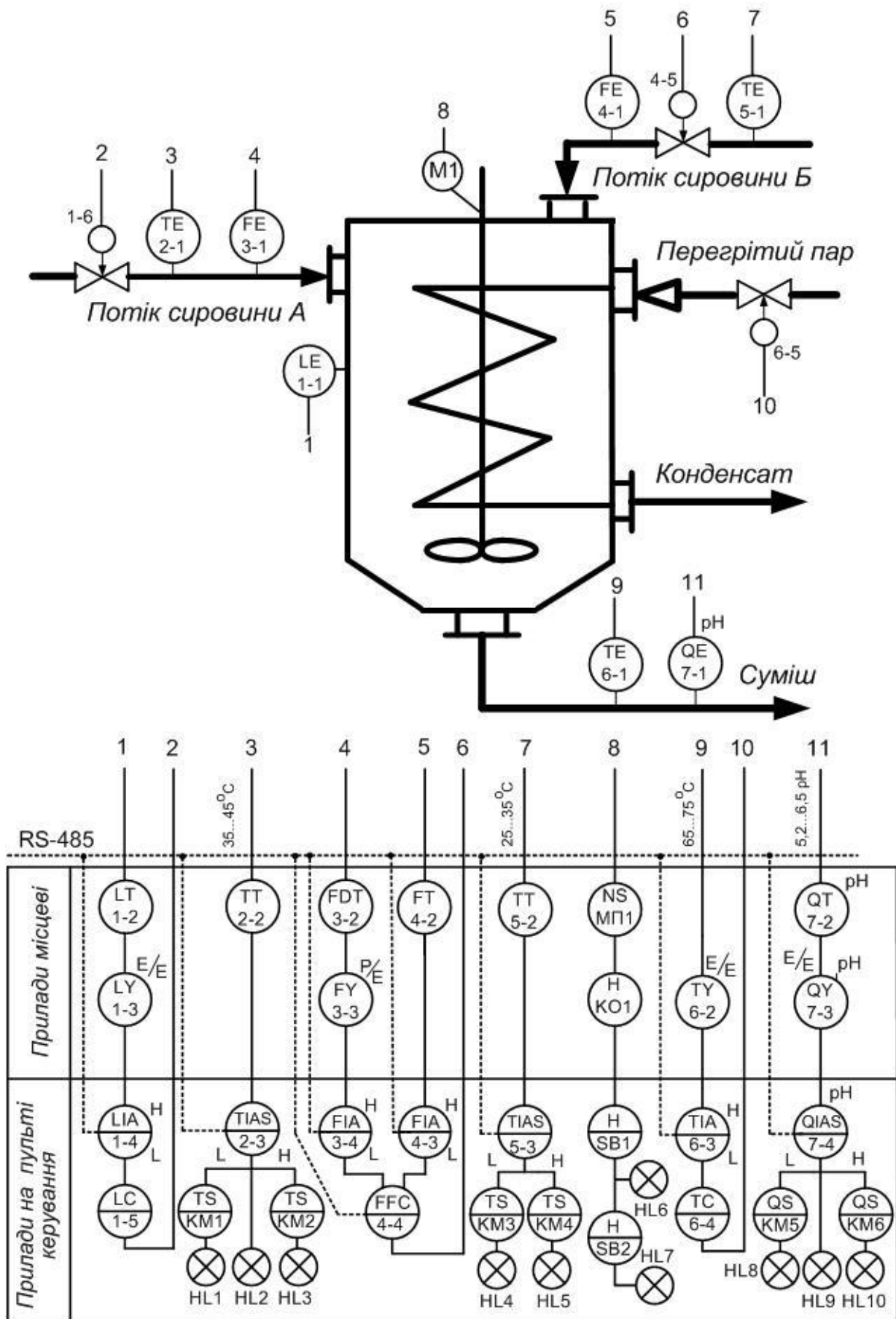


Рис. 4.1. Приклад схеми автоматизації з контурами сигналізації значень вимірюваних параметрів технологічного процесу хімічного реактора.

На вході у хімічний реактор температура потоку сировини **A** вимірюється датчиком температури (поз. 2-1) і на схемі автоматизації (рис. 4.1) показані допустимі значення коливань температури у межах 35...45 гр. °C. Регулювати температуру потоку сировини **A** на вході у реактор немає можливості і тому сигнал від датчика температури (поз. 2-1) подається на прилад (поз. 2-3) з блоком сигналізації значень вимірюваних у часі температур.

Температура потоку сировини **B** також вимірюється датчиком температури (поз. 5-1) і на схемі автоматизації (рис. 4.1) показані допустимі значення коливань температури у межах 25...35 гр. °C. Регулювати температуру потоку сировини **B** також немає можливості і тому сигнал від датчика температури (поз. 5-1) подається на прилад (поз. 5-3) з блоком сигналізації значень вимірюваних у часі температур сировини **B**. Наприклад, значення температури сировини **A** більше впливає на початок хімічної реакції і тому у контурі вимірювання температури передбачено три сигнальних лампочки – **HL1** (жовтого кольору, **min**), **HL2** (зеленого кольору, **норма**) та **HL3** (червоного кольору, **max**). У контурі вимірювання температури потоку сировини **B** для сигналізації передбачено два сигнальних елемента – **HL4** (жовтого кольору, **min**), **HL5** (червоного кольору, **max**). Якість суміші на виході з хімічного реактора визначається важливим показником рН, який згідно схеми автоматизації технологічного процесу (рис. 4.1) може змінюватися у межах 5,2...6,5 рН. У контурі вимірювання рН суміші для сигналізації передбачено три сигнальних елемента – **HL8** (жовтого кольору, **min**), **HL9** (зеленого кольору, **норма**) та **HL10** (червоного кольору, **max**).

У контурах вимірювання технологічних параметрів з сигналізацією значення температури потоку сировини та рН суміші використовуються додаткові сигнальні технічні засоби, хоча у позначеннях приладів **TIAS** (поз. 2-3), **TIAS** (поз. 5-3) та **QIAS** (поз. 7-4) вказується виконання приладами функції технологічної сигналізації символом **A**. Щоби це з'ясувати розглянемо, який прилад можна використовувати у схемі автоматизації (рис. 4.1) на позиціях: (поз. 2-3), (поз. 5-3) та (поз. 7-4). Таким приладом може бути мікропроцесорний

технологічний індикатор ІТМ-11 МІКРОЛ з передньою панелькою, яку показано на (рис. 4-2).

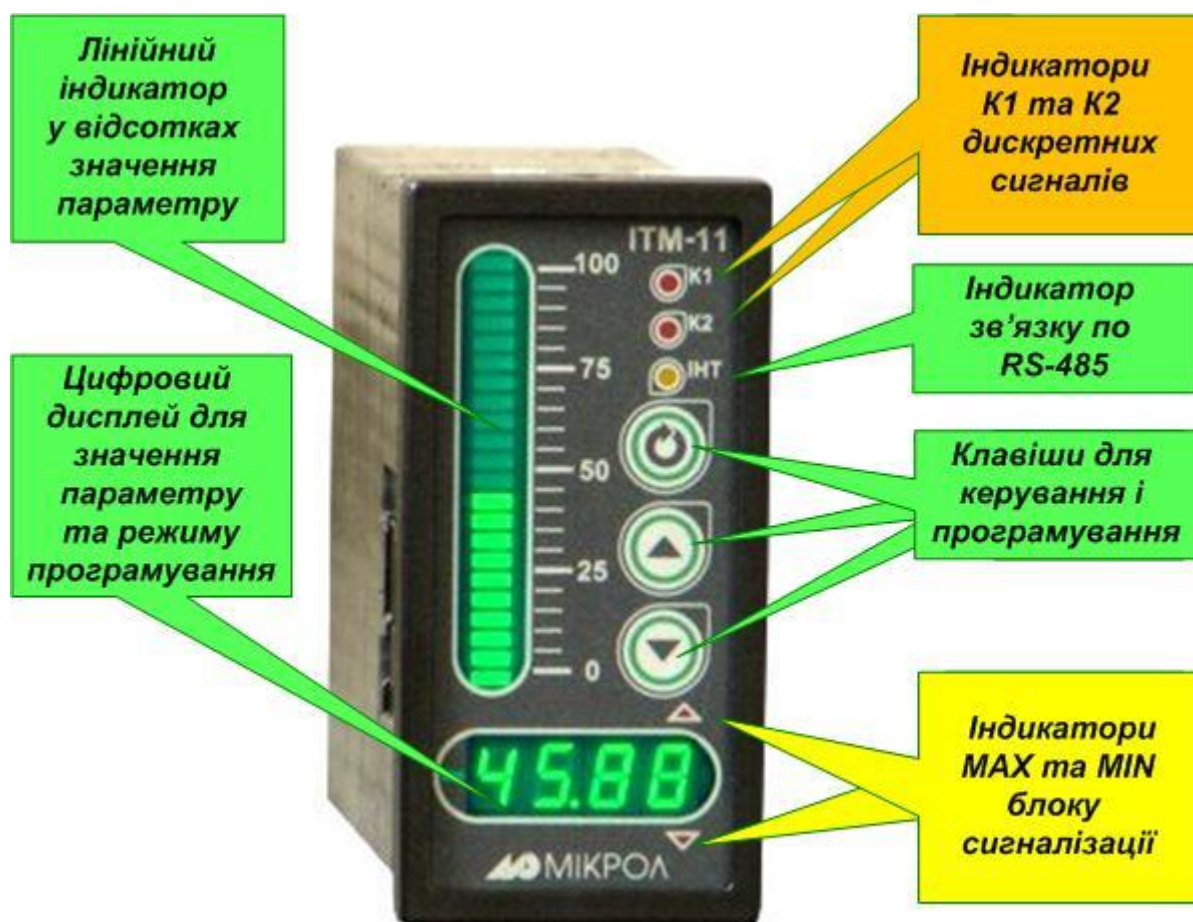


Рис. 4.2. Зображення панелі мікропроцесорного приладу ІТМ-11.

У зображенні панелі приладу ІТМ-11 на (рис. 4.2) можна побачити світлодіодні індикатори блоку сигналізації у вигляді трикутників з розміром у 7 мм для сигналізації значень **MAX** та **MIN**. Ці індикатори чітко можна побачити робітнику тільки на відстані 1,5...2 метра від панелі приладу і тому у контурах вимірювання з сигналізацією значення технологічного параметру потрібні додаткові сигнальні технічні засоби, якими буде управляти прилад ІТМ-11 з блоком сигналізації, зображеним на (рис. 4.3).

Модуль блоку сигналізації приладу ІТМ-11 при використанні для відповідного контуру вимірювання параметру технологічного процесу потрібно налаштувати на значення **MIN** та **MAX**. Перед налаштуванням модуля блоку сигналізації потрібно спочатку налаштувати шкалу приладу ІТМ-11 для

інтервалу вимірюваних значень технологічного параметру. Щоби налаштувати шкалу мікропроцесорного приладу ITM-11 потрібно згідно алгоритму (рис. 4.4) відключити захист регістрів приладу, тобто переключити прилад з робочого режиму у режим конфігурування (програмування).

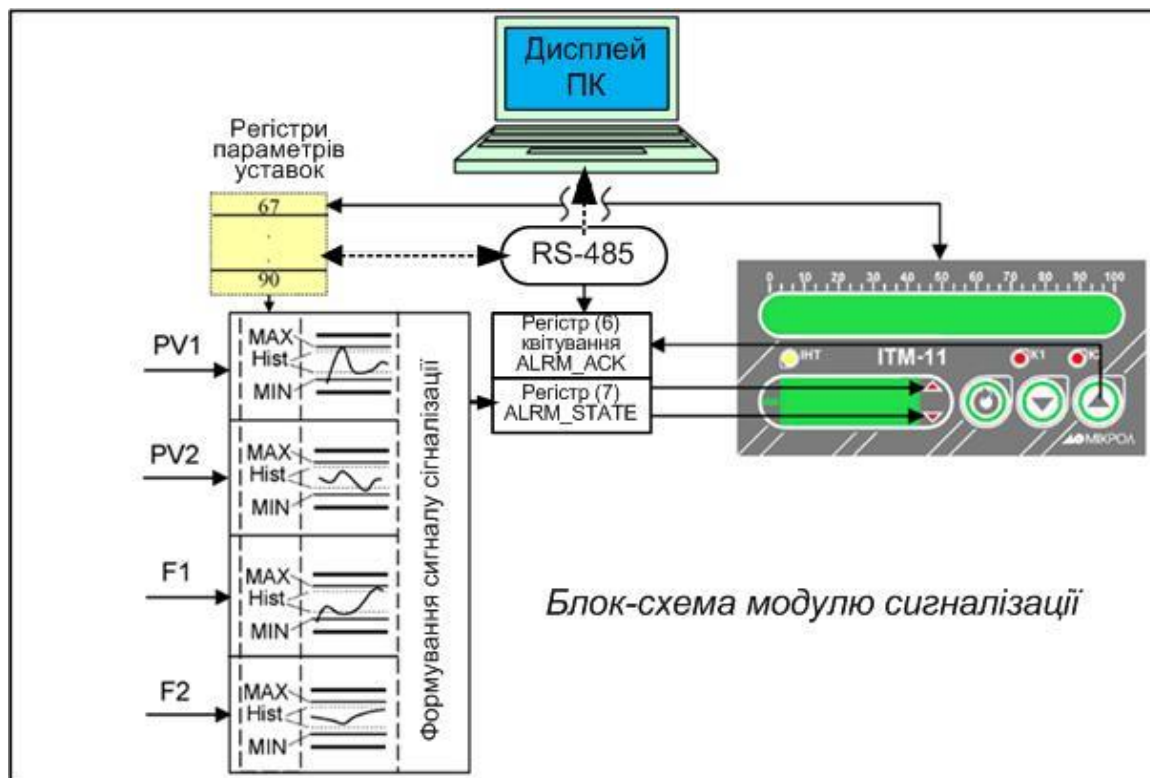


Рис. 4.3. Блок-схема і функції модуля сигналізації з приладу ITM-11.

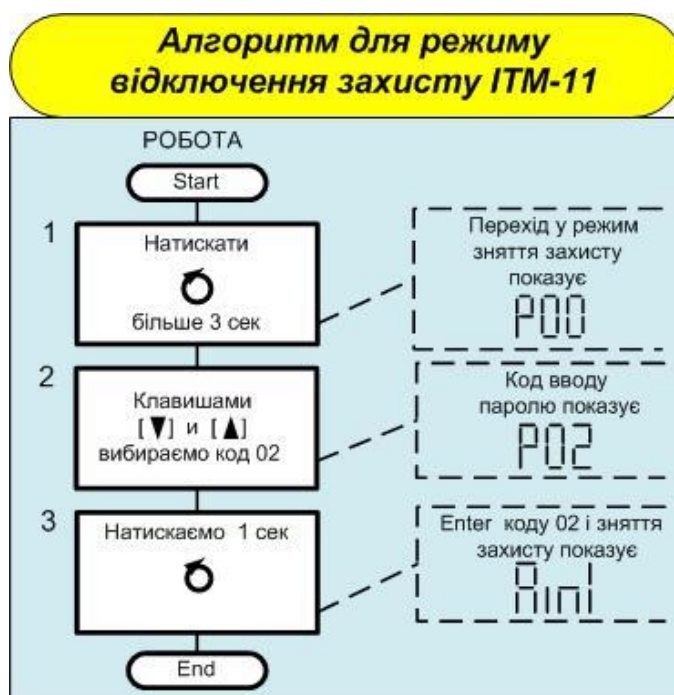


Рис. 4.4. Алгоритм дій і кодів для відключення захисту регістрів приладу ITM-11 і переключення у режим програмування.

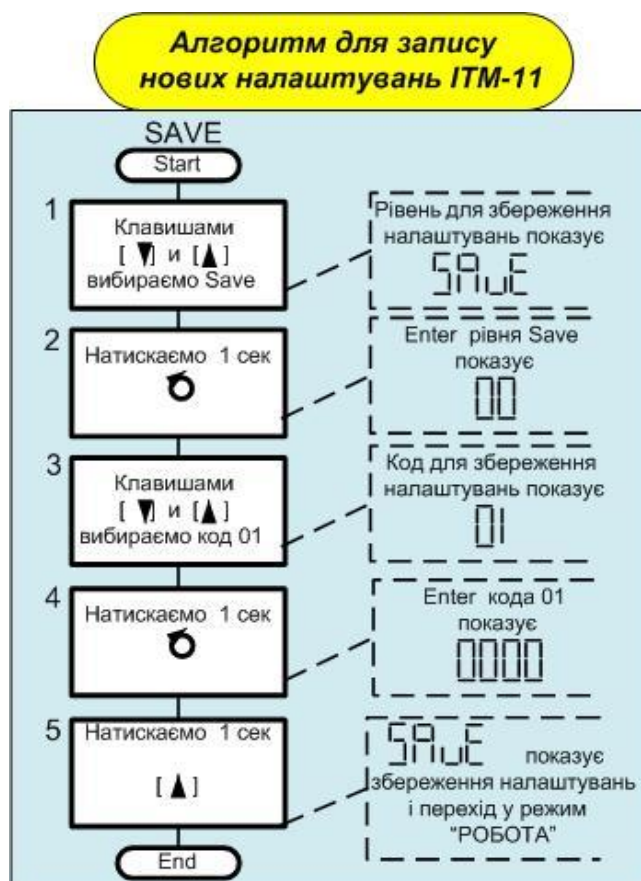


Рис. 4.5. Алгоритм дій і кодів для запису значень нових налаштувань приладу ІТМ-11.

Для налаштування у приладу шкали вимірюваних значень технологічного параметру потрібно для ІТМ-11 виконати дії і коди, які вказані на схемі алгоритму (рис. 4.6).

Налаштування модуля блоку сигналізації приладу ІТМ-11 виконується за допомогою дій і кодів, які показані на схемі алгоритму (рис. 4.7). Після конфігурування (програмування) шкали і блоку сигналізації приладу ІТМ-11 потрібно для збереження у регістрах останніх значень налаштувань виконати команди і коди згідно схеми алгоритму з(рис. 4.5).

Налаштування шкали і блоку сигналізації приладу у контуру вимірювання параметру потрібно оформити відповідним документом, щоби при ремонтних роботах з приладом, або для заміни на новий аналогічний прилад під час експлуатації контуру вимірювання параметру можна було би, швидко і правильно повторити потрібні налаштування шкали і блоку сигналізації приладу ІТМ-11.

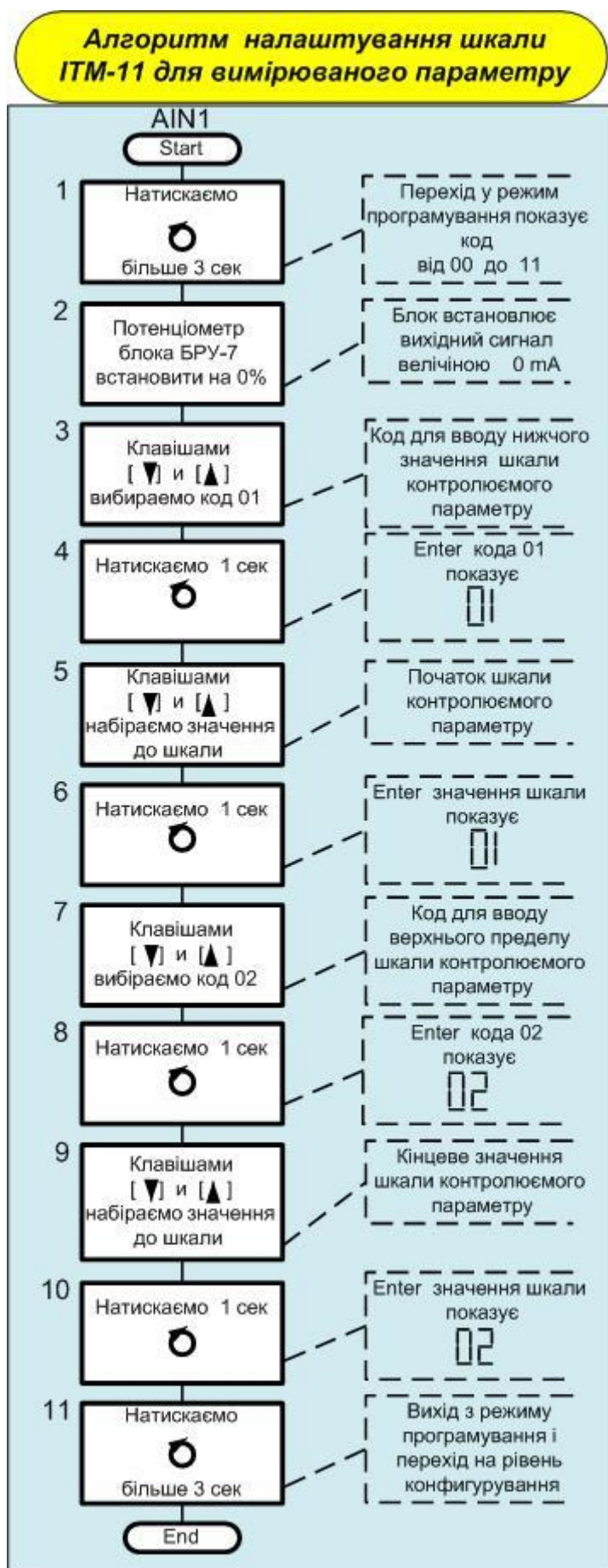


Рис. 4.6. Алгоритм дій і кодів для налаштування шкали приладу ІТМ-11.

Алгоритм для налаштування модуля сигналізації ІТМ-11

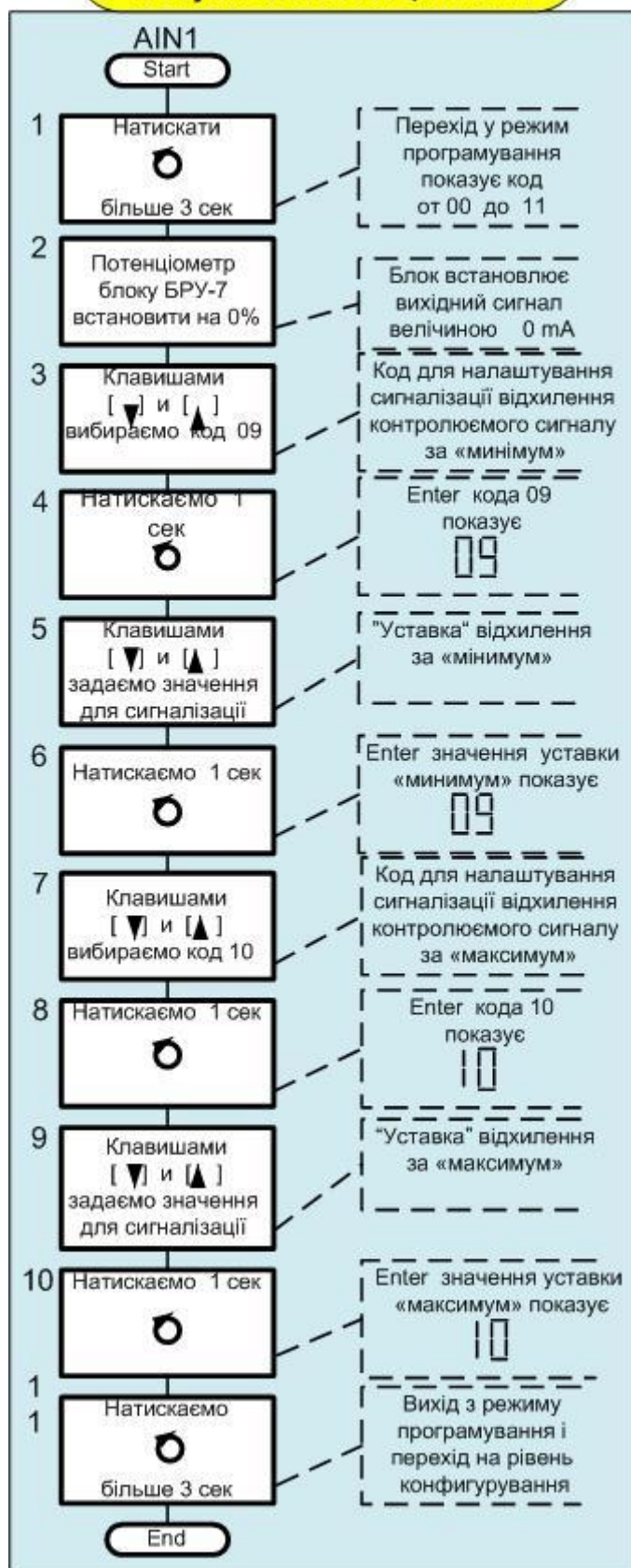


Рис. 4.7. Алгоритм дій і кодів для налаштування модулю сигналізації приладу ІТМ-11.

Наприклад, для приладу (поз. 5-3) зі схеми автоматизації процесу (рис. 4.1) таким документом з налаштуваннями для приладу ІТМ-11 може бути паспорт технічного засобу (рис. 4.10) і дані статичної характеристики відповідних для останніх налаштувань приладу (таблиця 4.1). На вхід приладу (поз. 5-3) подається стандартний струмовий сигнал 4...20 mA і відповідно потрібно визначити функціональну залежність значень температури на цифровому дисплею приладу ІТМ-11 у залежності від значення вхідного струмового сигналу. Прилад ІТМ-11 з платою КБЗ-17К-01 у контуру вимірювання параметру при допомозі блоку сигналізації формує дискретні сигнали для включення живлення у індикаторів сигналізації **MIN** та **MAX** (25...35 гр. °C). При таких допустимих значеннях температури сировини **Б** можна шкалу приладу ІТМ-11 налаштувати на інтервал 0...60 гр. °C, тобто при вхідному струмовому сигналу у 4 mA на цифровому дисплею приладу ІТМ-11 повинно бути показано значення температури 0 гр. °C, а при вхідному струмовому сигналу у 20 mA повинно показуватися значення 60 гр. °C. Як відомо, шкала дисплея у вимірювальному приладу повинна мати лінійну залежність від вхідного струмового сигналу і тому можна таку залежність для статичної характеристики приладу ІТМ-11 визначити у такому вигляді

$$Y = A + B * X \quad (4.1)$$

Для шкали 0...60 гр. °C можна розрахувати значення коефіцієнтів **A** та **B** методом обраних точок $Y_1 = f_1(X_1)$ та $Y_2 = f_2(X_2)$ і відповідно можна записати таку систему рівнянь для розрахунку коефіцієнтів у залежності (4.1) при $X_1 = 4 \text{ mA}$, $Y_1 = 0$ градусів і також відповідно при $X_2 = 20 \text{ mA}$, $Y_2 = 60 \text{ гр. °C}$, тобто для такої системи значень можна записати наступне

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_1 = A + B * X_1 \\ Y_2 = A + B * X_2 \end{array} \right\} \quad (4.2)$$

і відповідно у числових значеннях можна записати таку систему

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 = A + B * 4 \\ 60 = A + B * 20 \end{array} \right\} \quad (4.3)$$

Відповідно до системи рівнянь (4.3) отримуємо для залежності (4.1) такі значення коефіцієнтів: $A = -15$, $B = +3,75$, тобто можна записати таку залежність для розрахунків значень статичної характеристики шкали приладу ІТМ-11 від значень вхідного сигналу згідно (4.1)

$$Y = -15 + 3,75 * X \quad (4.4)$$

Для перевірки відповідності налаштувань шкали приладу ІТМ-11 згідно статичної характеристики по залежності (4.4) розраховуємо контрольні значення і складаємо таблицю 4.1 та побудуємо графік статичної характеристики (рис. 4.8).

Таблиця 4.1.

X mA		4	6	8	10	12	14	16	18	20
Y гр.°C		0	7,5	15	22,5	30	37,5	45	52,5	60

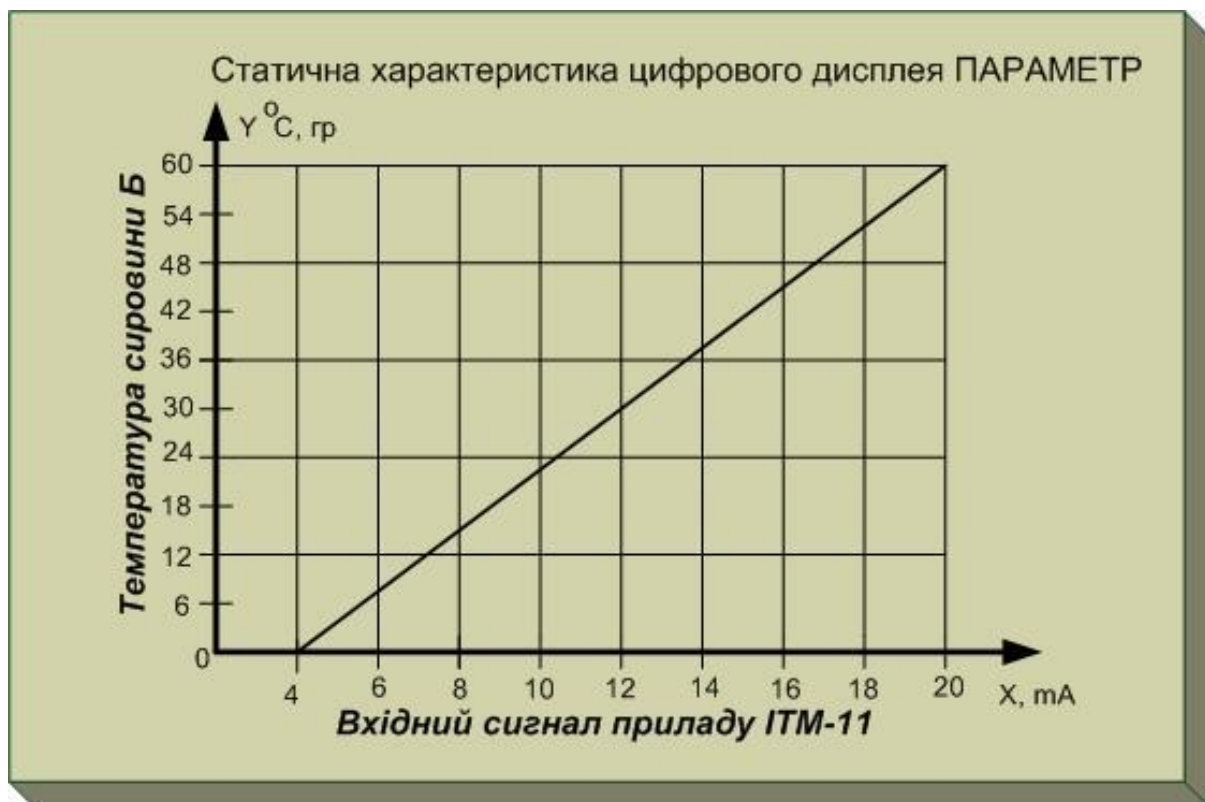


Рис. 4.8. Статична характеристика шкали дисплея ПАРАМЕТР приладу ІТМ-11.

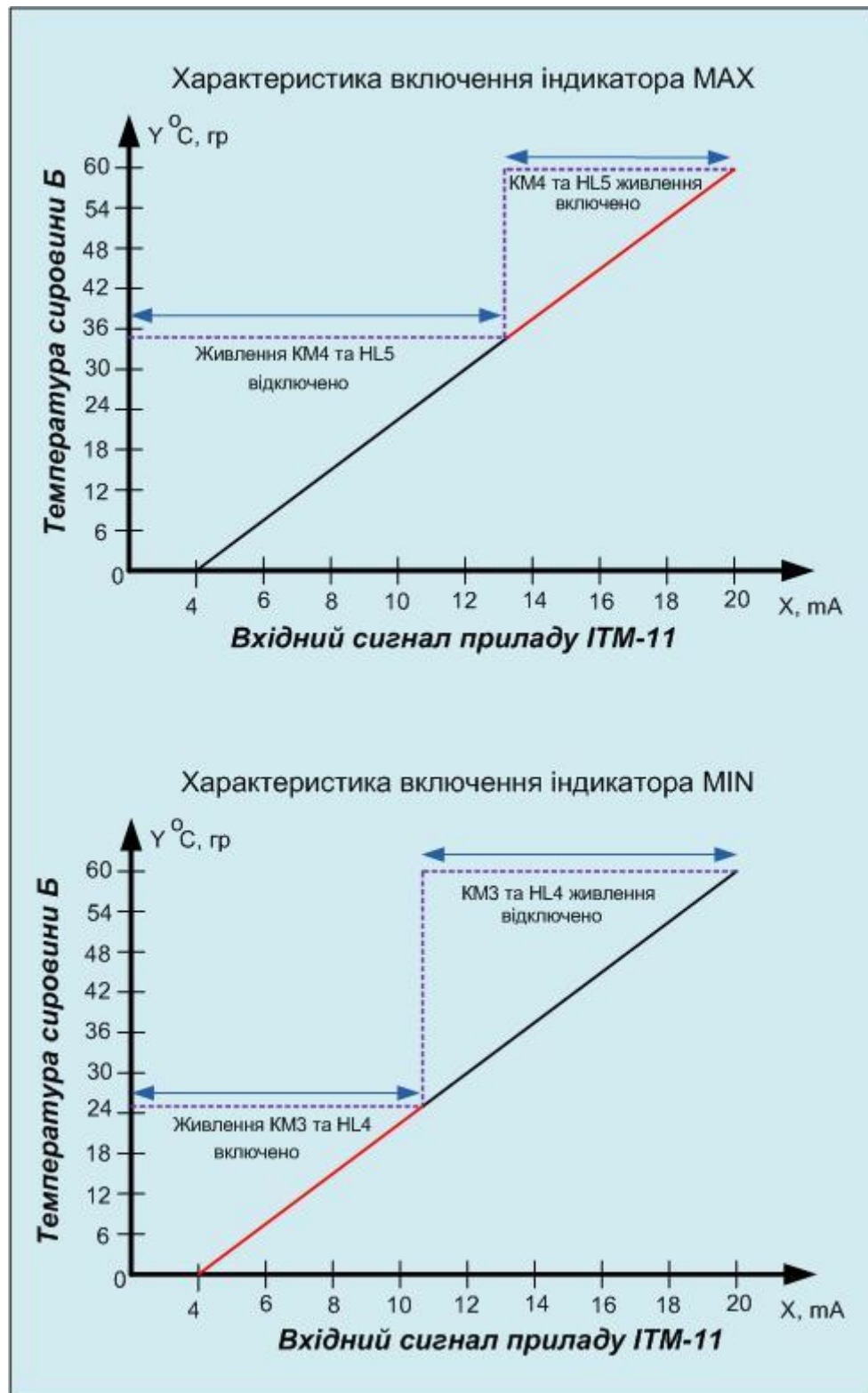


Рис. 4.9. Статичні характеристики з включення приладом ITM-11 живлення реле KM3 і KM4 та сигнальних лампочок HL4 і HL5.

На рис. 4.9 показані характеристики блоку сигналізації з інтервалами включення і відключення живлення у електронних реле плати КБЗ-17К-01 (рис.

4.11) та у підключених електромагнітних реле КМ3 та КМ4 з сигнальними технічними засобами на схемі (рис. 4.1).

Паспорт приладу ТІАС (поз. 5-3)


Характеристика технічних даних ТЗА з контуру контролю			Зображення ТЗА, назва виробника та постачальника
Позиція ТЗА на схемі автоматизації	Поз. 5-3		 <p>Мікропроцесорний прилад ІТМ-11 вертикальний для одного параметру з цифровою і лінійною індикацією.</p> <p>Виробник і постачальник:</p> <p>ТОВ МІКРОЛ, м. Івано- Франківськ вул. Автолитмашівська, 5 Україна, 76495 WWW.MICROL.UA</p>
Назва контрольованого параметру	Температура сировини Б на вході у хімічний реактор		
Значення технологічного параметру	MIN	MAX	
	25 гр. °C	35 гр. °C	
Сигнали ТЗА	Вхід	Вихід	
	4 ... 20 mA	Дискретний 24 V постійного струму	
Статична характеристика до сигналів ТЗА	Графік	Таблиця даних	
	Рис. 4.8 та 4.9	Табл. № 4.1	
	Функція		
	Y= -15 + 3,75*X		
Місце встановлення ТЗА	На пульті керування процесом хімічного реактора		
Живлення ТЗА	Струм	Змінний	
	Напруга	220 V	
Плата клемних- блочних з'єднань	КБЗ-17К-01		Плата КБЗ використовується для підключення входних і вихідних струмових сигналів

Рис. 4.10.

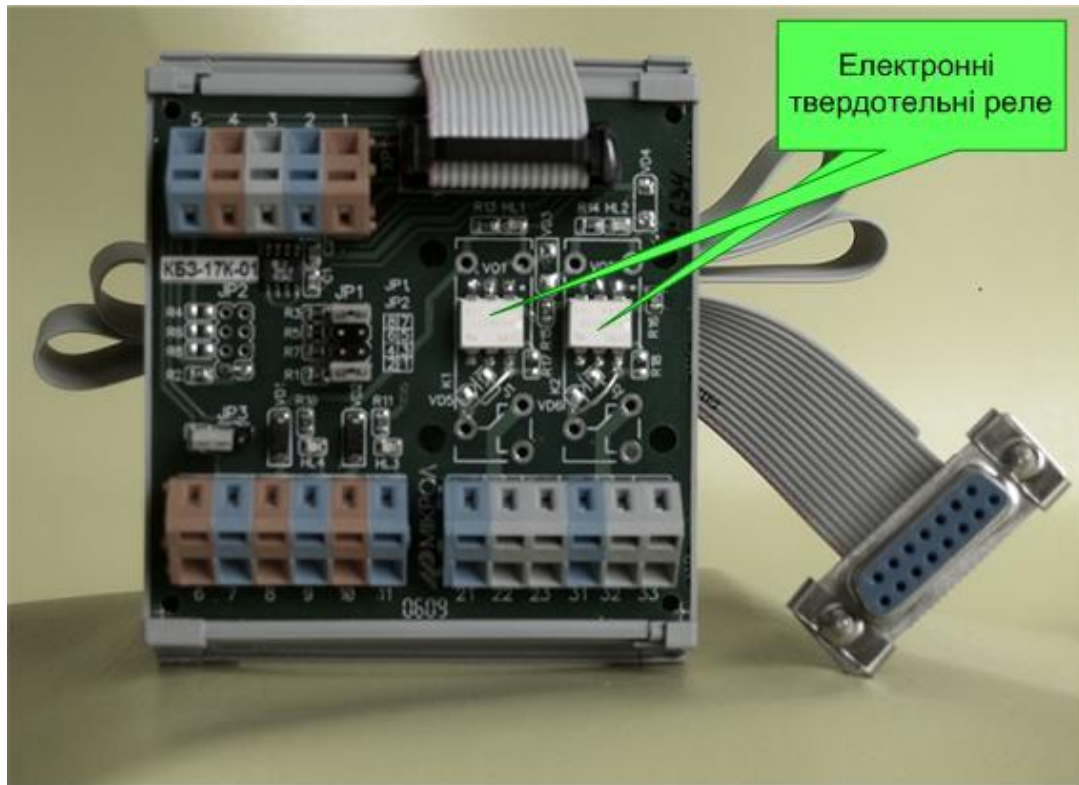


Рис. 4.11. Зображення плати KB3-17K-01 з приладу ІТМ-11.

Принципову електричну схему плати KB3-17K-01 (рис. 4.12) будемо далі використовувати на принципових електричних схемах контурів вимірювання з сигналізацією значення параметру технологічного процесу.

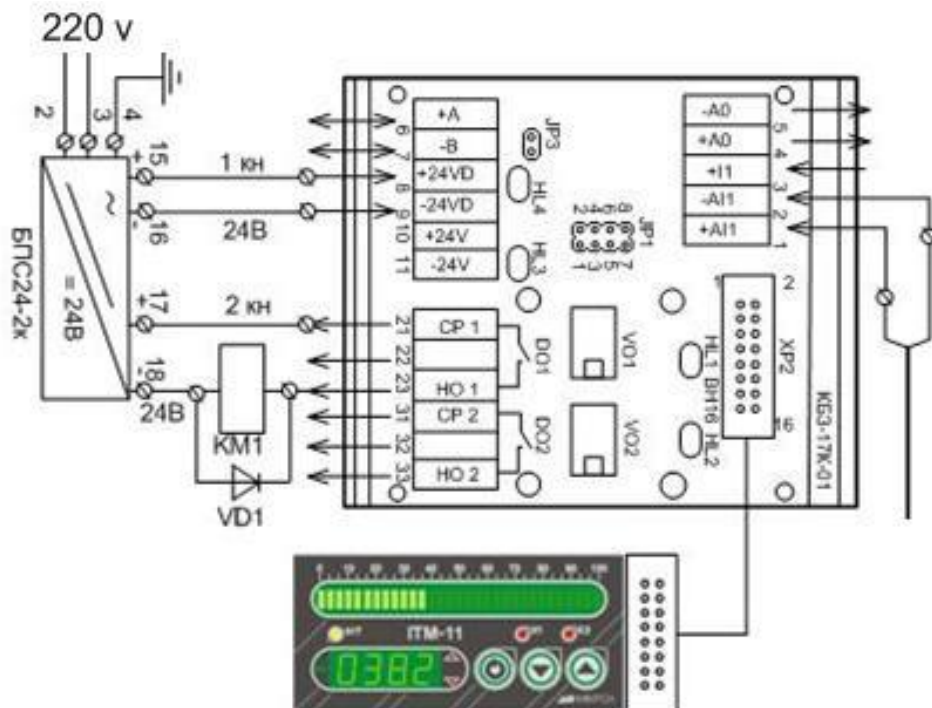


Рис. 4.12. Зображення схеми плати KB3-17K-01 з підключеними пристроями.

4.1 Приклади електричних схем системи сигналізації значень вимірюваної температури потоку сировини на вході у хімічний реактор

Для схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора (рис. 4.1) можна скласти спрощені функціональні схеми контурів сигналізації значень вимірюваних параметрів, щоби на їх основі розробити структурні схеми ланцюгів підключення технічних засобів у системі сигналізації. Для трубопроводу з потоком сировини **Б** таку спрощену функціональну схему показано на (рис. 4.13).

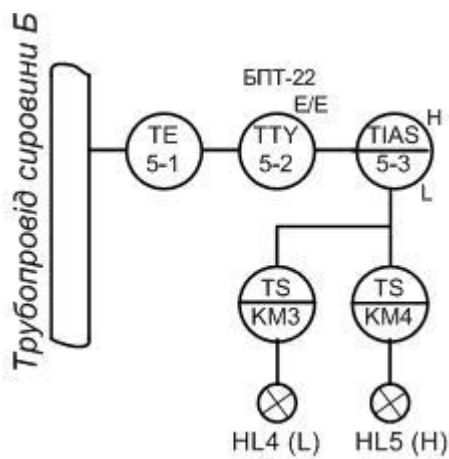


Рис. 4.13. Спрощена функціональна схема вимірювання і сигналізації значень температури потоку сировини **Б** на вході у хімічний реактор.

Для розробки структурної схеми ланцюгів підключення технічних засобів системи вимірювання і сигналізації значень температури потоку сировини **Б** згідно схеми (рис. 4.13) потрібно для приладу ІТМ-11 (поз. 5-3) визначити марку плати клемних-блочних з'єднань (КБЗ). Наприклад, враховуємо, що буде використовуватися плата КБЗ-17К-01 з електронними реле і яку зображено на (рис. 4.11) та на (рис. 4.12). Структурна схема підключень технічних засобів на схемі (рис. 4.14) показує, що до контактів (СР1, НО1) плати (КБЗ) підключається електромагнітне реле **КМ3** і паралельно з електромагнітом цього реле підключено діод **VD1**, щоби можливі зворотні струми у контактів **DO1** не порушували спрацьовування цих контактів. Також на схемі плати (КБЗ) показується, що для контактів (СР2, НО2) підключається електромагнітне реле **КМ4** і паралельно з електромагнітом цього реле підключено діод **VD2**, щоби також можливі зворотні струми у контактів **DO2** не порушували спрацьовування цих контактів.

Підключення діодів **VD1** та **VD2** потрібні згідно рекомендацій виробника приладу ІТМ-11 та плати КБЗ-17К-01.

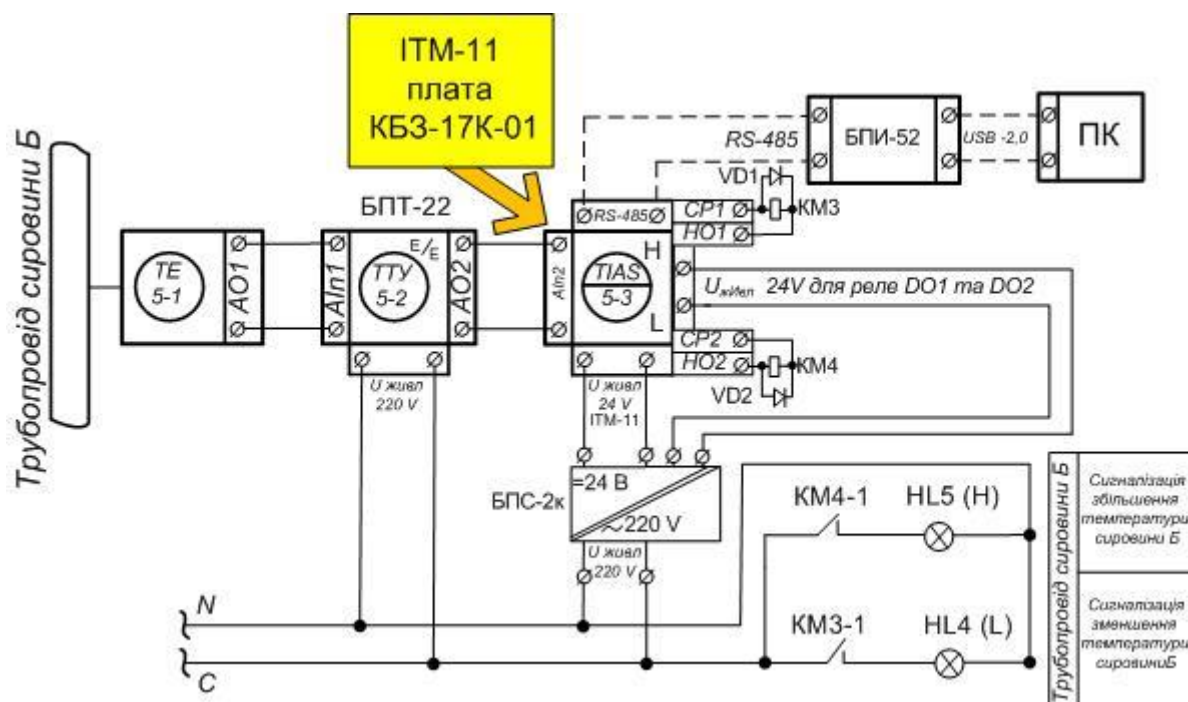


Рис. 4.14. Структурна схема з підключення технічних засобів та плати КБЗ-17К-01 у схему вимірювання і сигналізації значення температури потоку сировини Б.

У системах вимірювання параметрів з сигналізацією на основі приладів ІТМ-11 можна використовувати і іншу плату (КБЗ-17Р-01), яка відрізняється тим, що для формування вихідних дискретних сигналів використовуються реле електромагнітні з можливостями на контактах підключення змінного струму з напругою у 220V. Принципову електричну схему плати КБЗ-17Р-01 з клемми підключення показано на (рис. 4.15) і електромагнітні реле позначені, як **К1** та **К2**. Реле **К1** та **К2** також відрізняються наступними контактами: нормально-замкнені (СР1, НЗ1) та (СР2, НЗ2); нормально-розімкнуті (СР1, НР1) та (СР2, НР2). Присутність на платі КБЗ-17Р-01 таких контактів розширює можливості по формуванню дискретних сигналів для електричної системи керування. Електромагніти реле **К1** та **К2** спрацьовують на платі КБЗ від напруги у 24V постійного струму. Для підвищення надійності експлуатації контактів при роботі реле **К1** та **К2** потрібно використовувати додаткові реле, наприклад, на схемі (рис. 4.15) підключено реле **КМ2**. Плату КБЗ-17Р-01 будемо використовувати у схемі автоматизації (рис. 4.1) для контуру вимірювання і сигналізації температури

поток сировини **A**, а також для контуру вимірювання і сигналізації рН суміші на виході хімічного реактора.

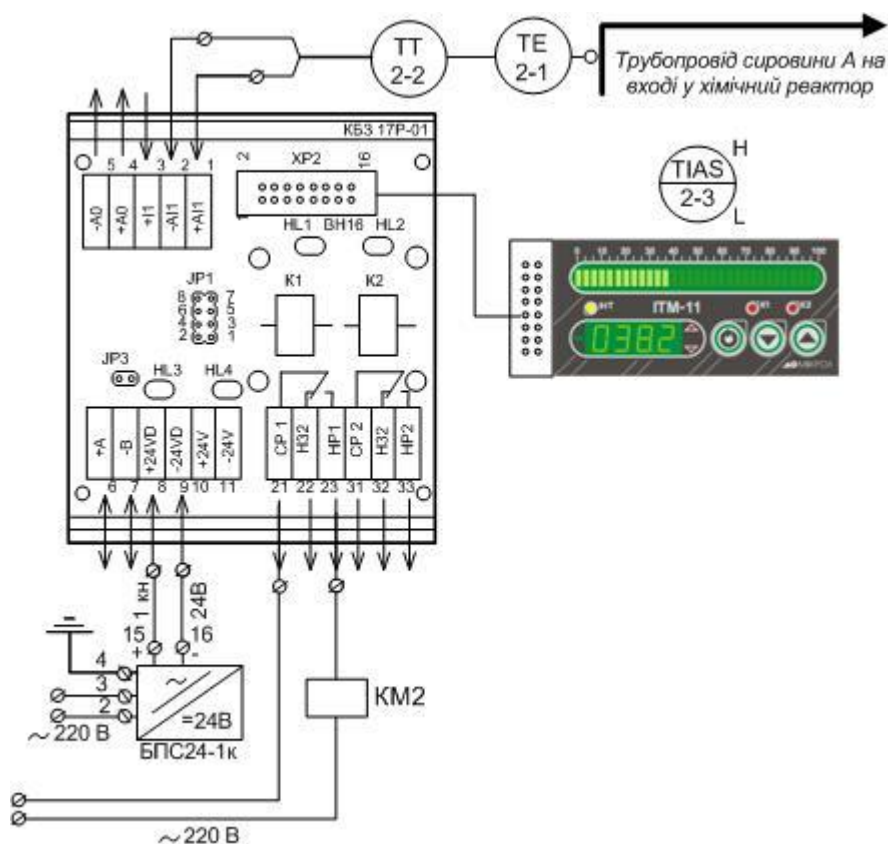


Рис. 4.15. Схема підключень пристроїв до плати КБЗ-17Р-01 приладу ІТМ-11.

Для вимірювання і сигналізації температури потоку сировини **A** згідно схеми автоматизації (рис. 4.1) можна визначити таку спрощену функціональну схему, яку показано на (рис. 4.16).

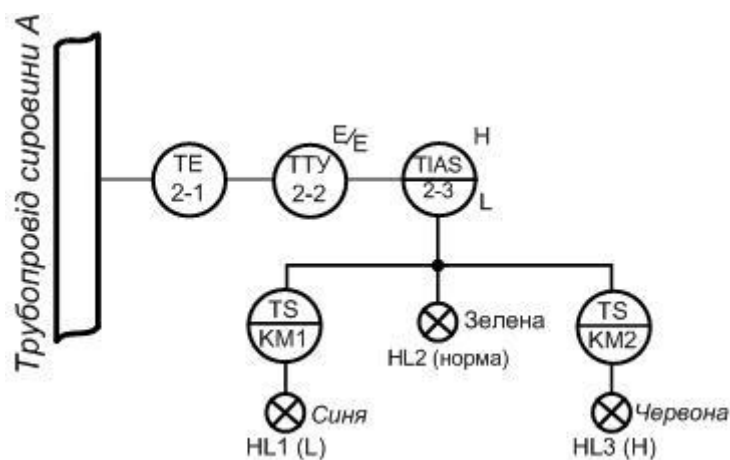


Рис. 4.16. Спрощена функціональна схема вимірювання і сигналізації значень температури потоку сировини А на вході у хімічний реактор.

Для вимірювання і сигналізації значення рН потоку суміші на виході хімічного реактора згідно схеми автоматизації (рис. 4.1) можна визначити таку спрощену функціональну схему, яку показано на (рис. 4.19).

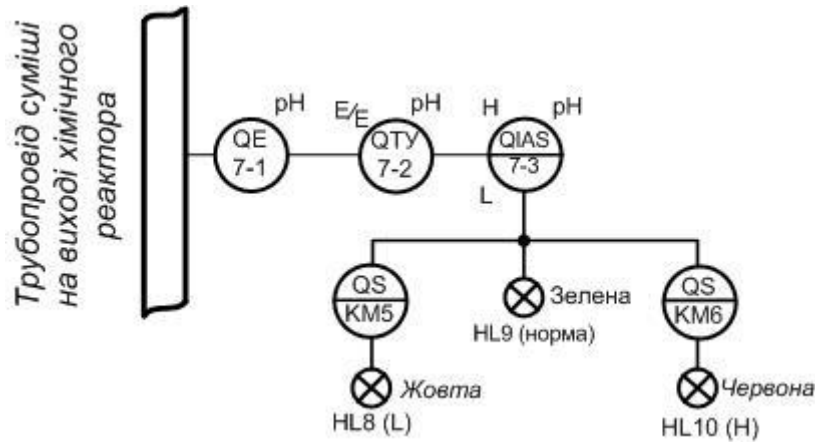


Рис. 4.19. Спрощена функціональна схема вимірювання і сигналізації значень рН суміші на виході з хімічного реактора.

Підключення сигнальних лампочок до контактів плати КБЗ-17Р-01 згідно схеми (рис. 4.19) може бути таким, як це показано на (рис. 4.20).

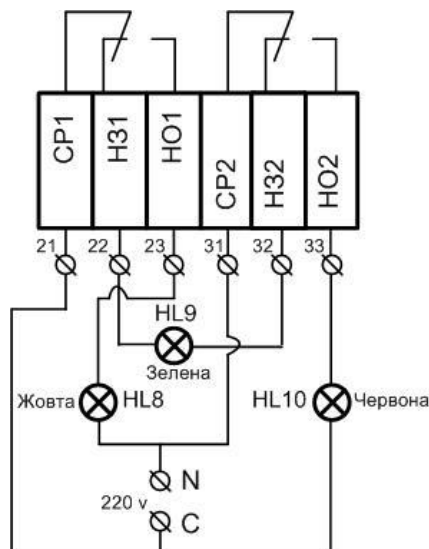


Рис. 4.20.

Структурна схема з підключення технічних засобів та плати КБЗ-17К-01 у схему вимірювання і сигналізації значення рН суміші на виході хімічного реактора показано на (рис. 4.21).

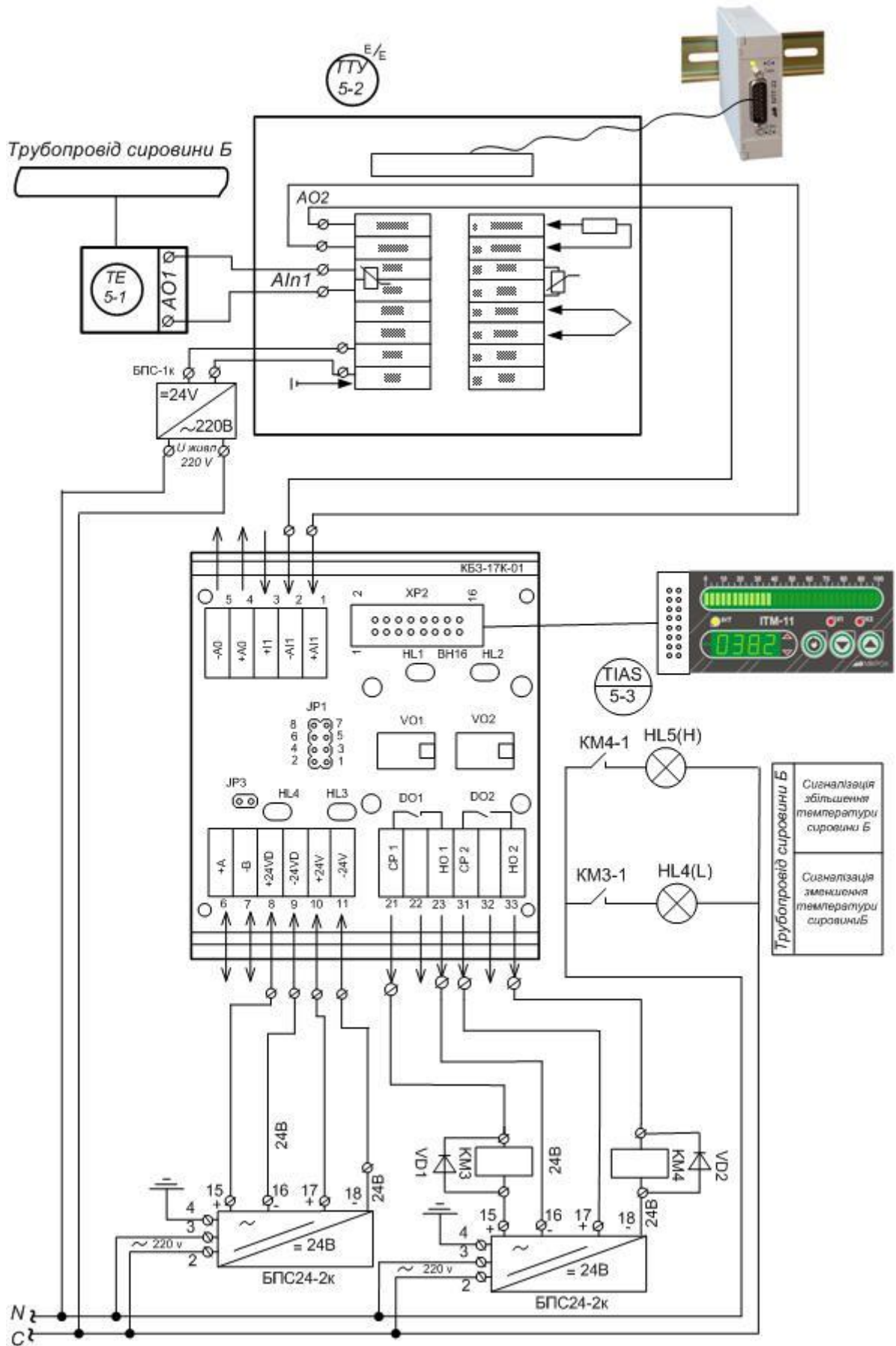


Рис. 4.22 Принципова електрична схема контуру вимірювання і сигналізації значення температури у трубопроводі потоку сировини Б на вході у хімічний реактор.

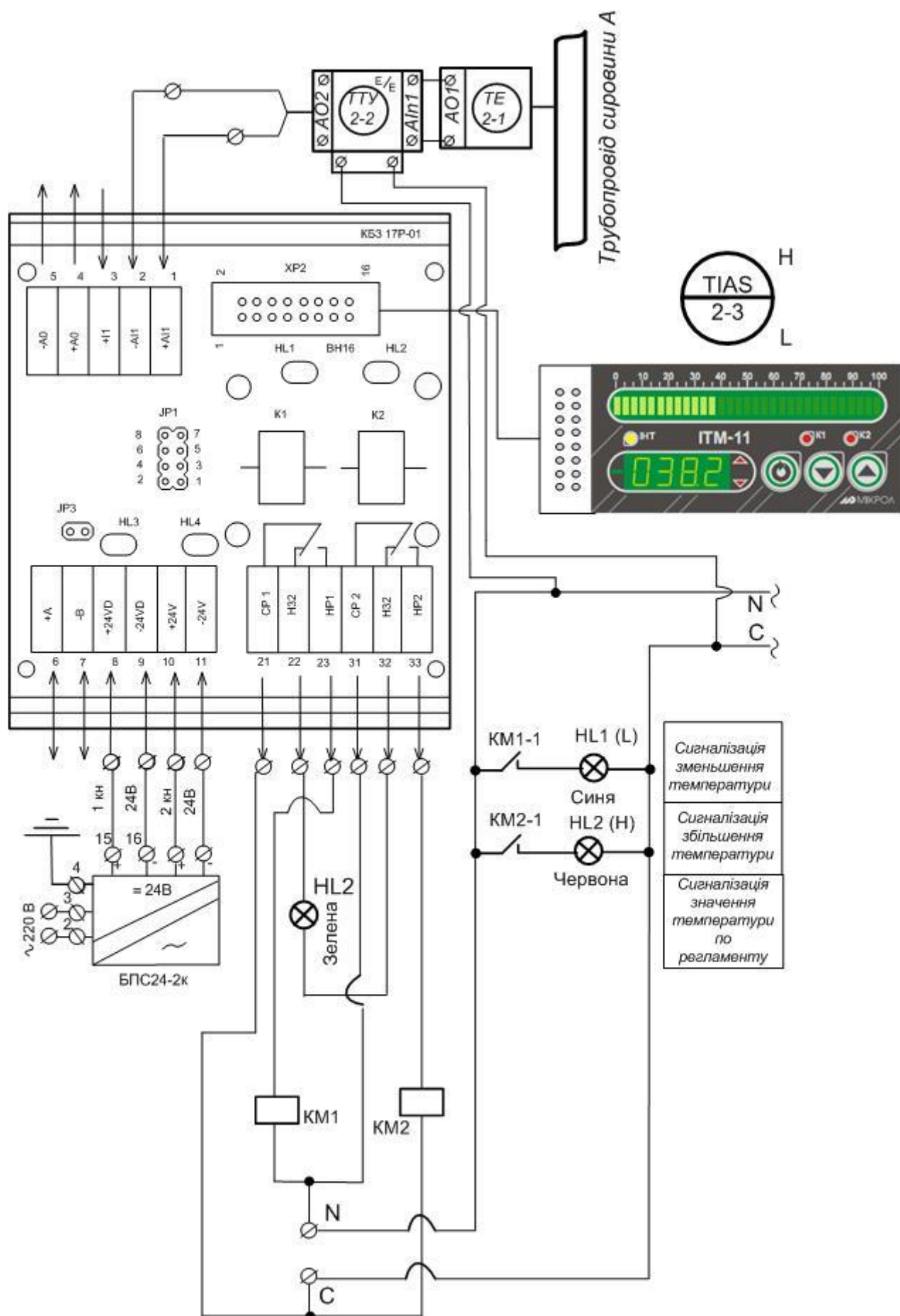


Рис. 4.23 Принципова електрична схема контуру вимірювання і сигналізації значення температури у трубопроводі потоку сировини А на вході у хімічний реактор.

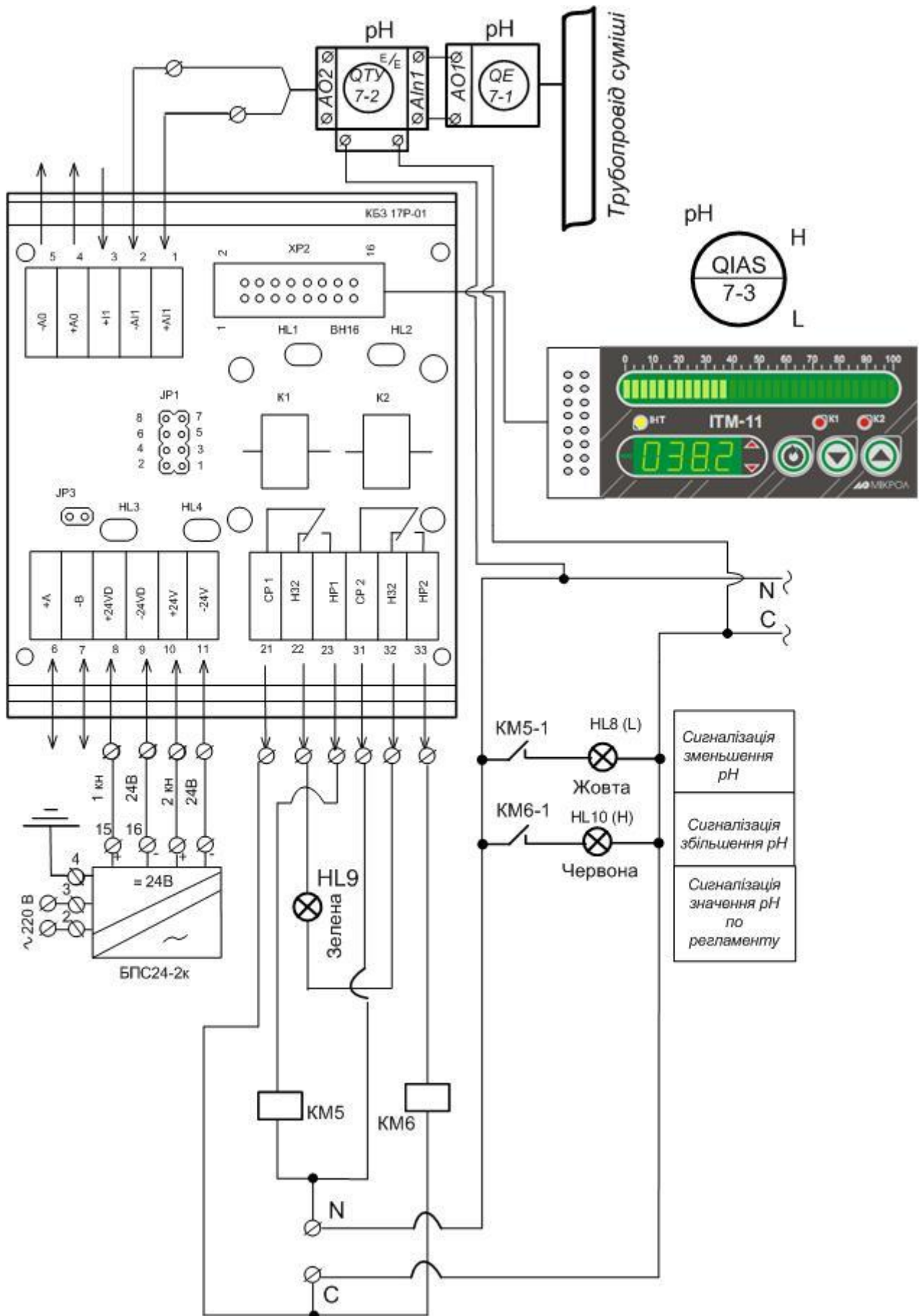


Рис. 4.24 Принципова електрична схема контуру вимірювання і сигналізації значення рН у трубопроводі потоку суміші на виході з хімічного реактора.

5. Приклади монтажної комутаційної схеми для системи дистанційного управління живленням електромотору та аварійного захисту і технологічного блокування

Для виконання монтажних робіт згідно відповідної принципової електричної схеми розробляються монтажні комутаційні схеми, які показують, яким чином за допомогою провідників необхідно підключати ланцюги електричної схеми. Наприклад, згідно електричної схеми (рис. 2-2) з управління електромотором **М1** потрібно у ланцюги монтажних комутаційних з'єднань підключати між собою такі пристрої :

- автоматичні вимикачі струму **FP1** та **FP2**;
- контакти магнітного пускача **МП1-4**, **МП1-5** та **МП1-6**;
- перемикач з відключення та підключення ланцюга живлення **SA1**;
- плавкий запобіжник **FU1**;
- кнопка «СТОП» (**SB1**);
- кнопка «ПУСК» (**SB2**);
- нормально-замкнений контакт **МП1-2** з червоною сигнальною лампочкою **HL1**;
- електромагніт магнітного пускача **МП1**;
- нормально-розімкнутий контакт **МП1-1**;
- нормально-замкнений контакт **KM2-2**, який реалізує функцію **1Аз** у системі аварійного захисту електромотору **М1**;
- нормально-замкнений контакт **KM4-3**, який реалізує функцію **1Тб** у системі технологічного блокування живлення електромотору **М1** при аварійній ситуації у насоса на трубопроводу з потоком сировини **Б**;
- нормально-розімкнутий контакт **МП1-3** та зеленої сигнальної лампочки **HL2**;
- нормально-розімкнутий контакт **KM1-1** та електромагнітне реле **KM2** з системи аварійного захисту;
- червоної сигнальної лампочки **HL3**;

- контакту **КМ2-1** та червоної сигнальної лампочки **НЛ4** про спрацьовування системи аварійного захисту;
- блок живлення двоканалний **БПС24-2К**;
- електромагнітне реле **КМ1**;
- діод **VD1** з електромагнітним реле **КМ1**;
- клеми плати **КБ3-17К-01** до блоку живлення **БПС24-2К**;
- пристрою з контролю тиску **РТ** з клемми плати **КБ3-17К-01**;
- ланцюг заземлення блоку живлення **БПС24-2К**.

Монтажна комутаційна схема з підключення ланцюгів вказаних вище пристроїв показано на (рис. 5-2). Така схема розробляється на основі використання клемних колодок (рис. 5-1) та наступних правил для зображення монтажно комутаційної схеми для підключень ланцюгів пристроїв згідно відповідної електричної схеми:

- 1). Креслення монтажно комутаційної схеми рисується у не робочому стану, тобто струм на магнітний пускач електромотору не подається;
- 2). Для кожної клеми на зображенні клемної колодки необхідно показувати підключення тільки двох приєднувальних провідників між відповідними пристроями схеми (при закріпленні провідників вінтами та пружинними кріпленнями);
- 3). Для монтажно комутаційної схеми потрібно використовувати необхідну кількість клемних колодок.

Кількість клемних колодок і їх розташування на схемі монтажних комутаційних з'єднань може бути різною і кожна колодка повинна мати позначення та порядковий номер **X1, X2, X3 ...Xn**, як це показано на (рис. 5-2) та (рис. 5-3). Кожна клема на монтажних колодках має вхідний ланцюг з двома провідниками або одним провідником та має відповідний вихідний ланцюг з графічними зображеннями пристроїв, як це графічно показано і виконано маркування на електричній схемі для, якої розроблено монтажну комутаційну схему. Біля клем колодки також потрібно вказувати позначення фаз провідників живлення та нульового провідника, щоби покращити читання схеми.

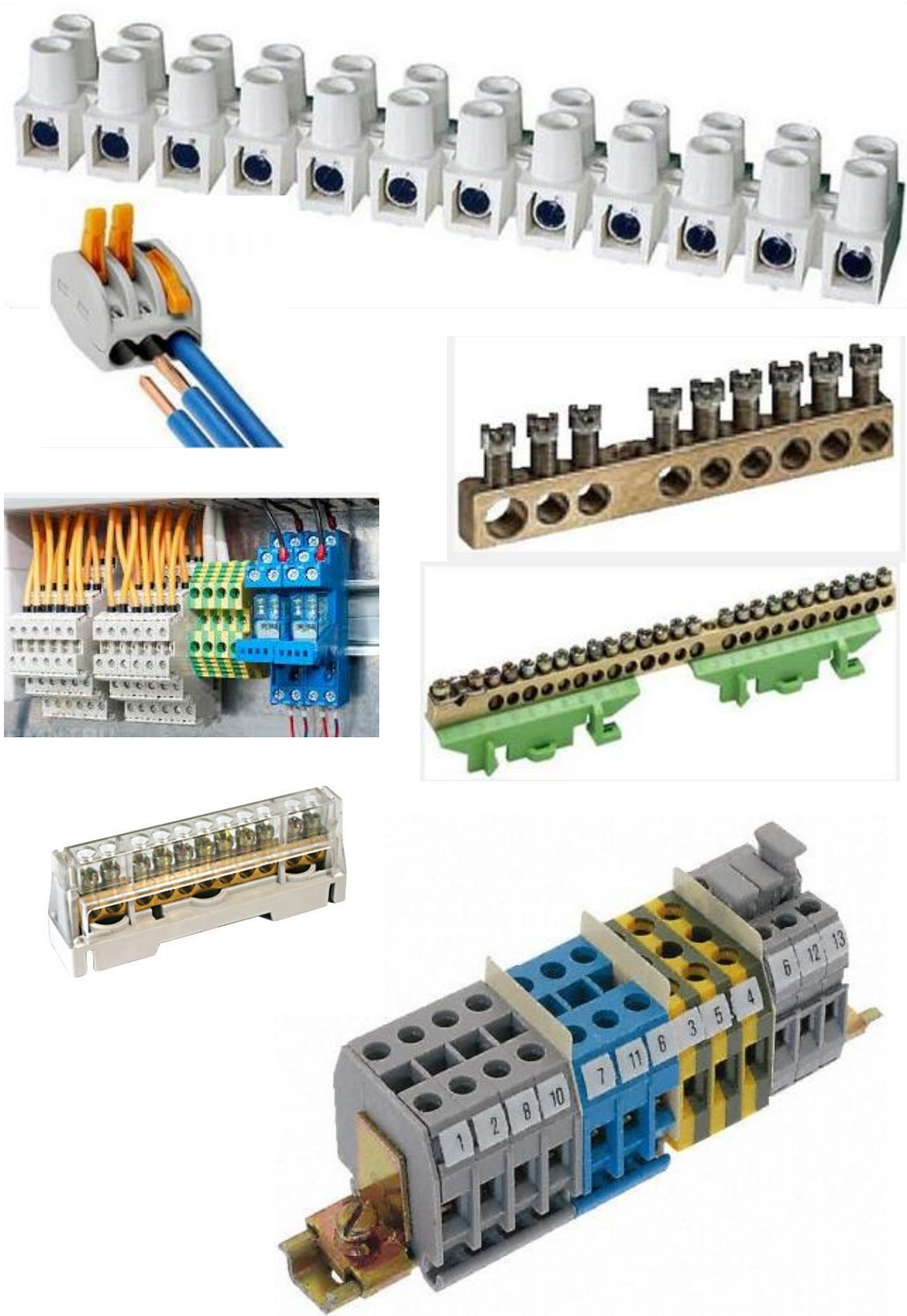


Рис. 5-1. Зображення конструкцій клемних колодок для з'єднання ланцюгів струмів між пристроями на монтажних комутаційних схемах.

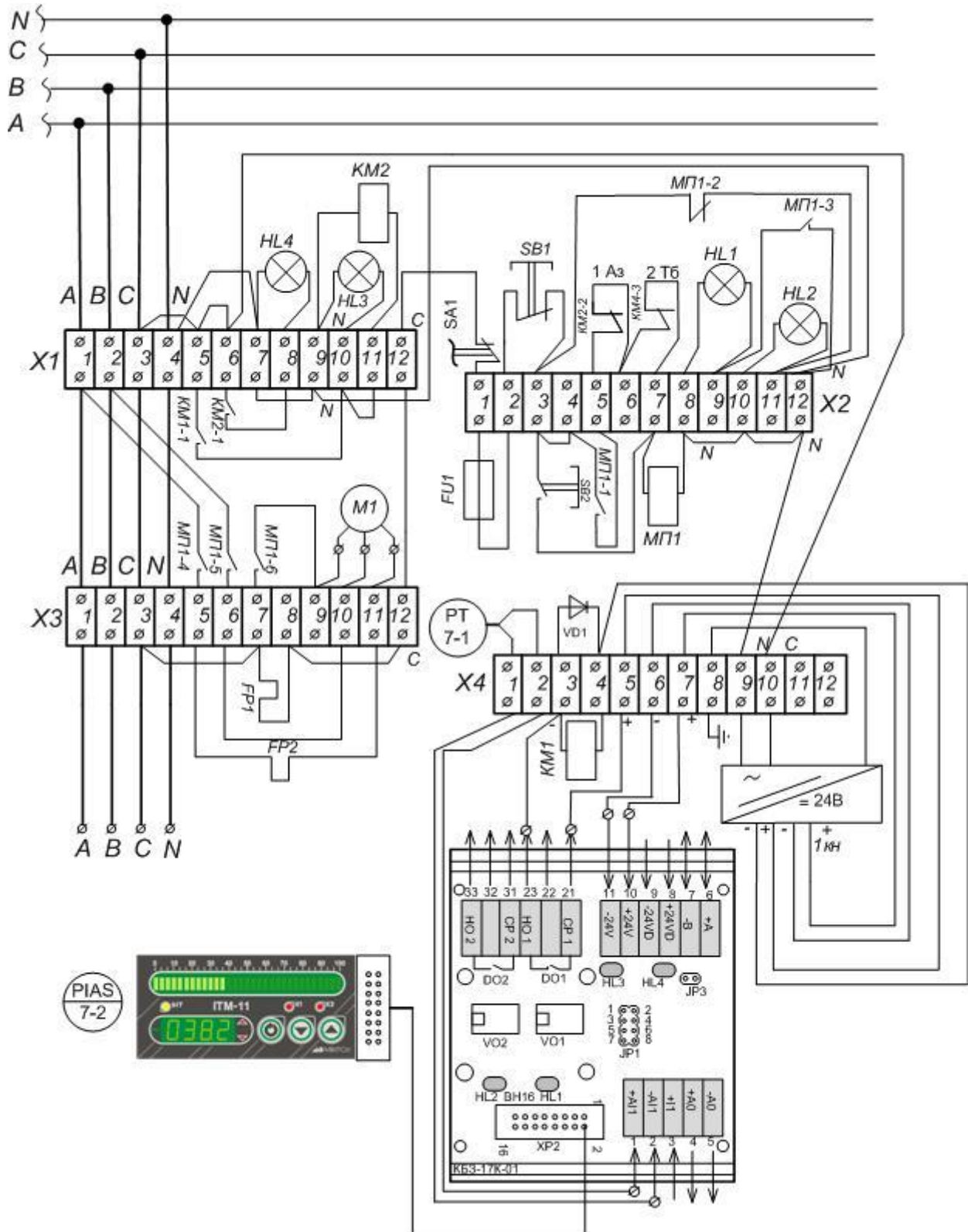


Рис. 5-2. Монтажна комутаційна схема для принципової електричної схеми дистанційного управління, аварійного захисту та технологічного блокування електромотора М1.

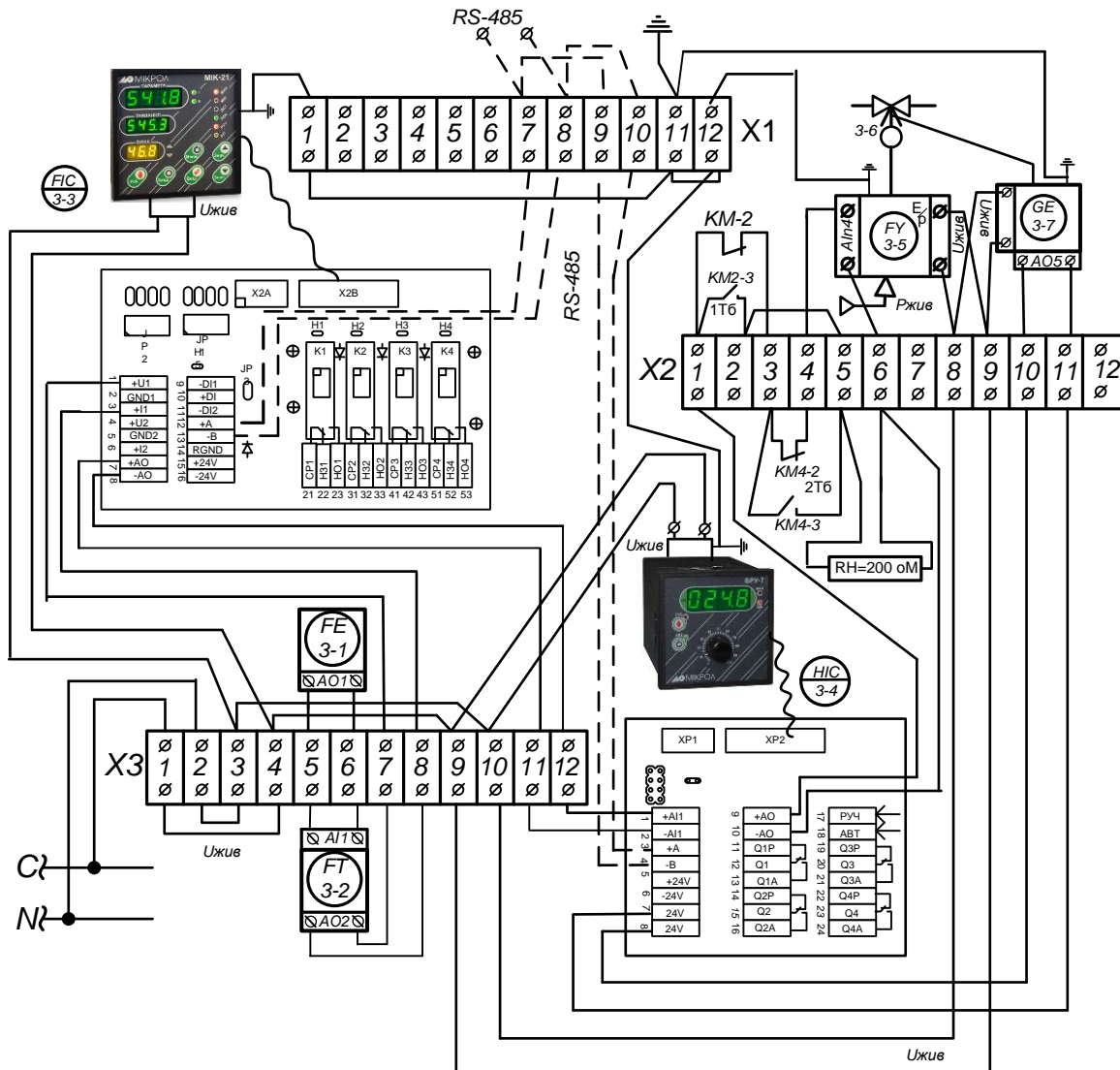


Рис. 5-3. Монтажна комутаційна схема для контуру регулювання витрати потоку сировини А та системи технологічного блокування вихідного сигналу регулятора до регульовального клапану у аварійній ситуації.

Для контуру регулювання витрати сировини А та технологічного блокування сигналу від автоматичного регулятора у аварійних ситуаціях згідно схеми (рис. 3-5) потрібно у ланцюги монтажних комутаційних з'єднань підключити між собою такі пристрої :

- вимірювач витрати (поз. 3-1);
- пристрій (поз. 3-2) для передачі стандартного сигналу до пульту керування;
- **МІК-21** регулятор витрати сировини А (поз. 3-3);
- плата **КБЗ-28К-11** автоматичного регулятора витрати сировини А;

- блок ручного управління **БРУ-7** (поз. 3-4);
- плата **КБЗ-24-19-0,75** блоку ручного управління;
- перетворювач сигналів (поз. 3-5);
- датчик положення регулювального клапану на трубопроводу потоку сировини **А**;
- контакт нормально замкнений **КМ2-2**;
- контакт нормально розімкнутий **КМ2-3**;
- контакт нормально замкнений **КМ4-2**;
- контакт нормально розімкнутий **КМ2-3**;
- опір навантаження **R_н** у 200 оМ;
- клеми для заземлення на приладах **МІК-21** та **БРУ-7**.

Монтажна комутаційна схема з підключення ланцюгів вказаних вище пристроїв показано на (рис. 5-3). Схему розроблено на основі використання клемних колодок та не робочому стану ланцюгів контуру регулювання витрати потоку сировини **А** і системи технологічного блокування вихідного сигналу до регулювального клапану при аварійній ситуації у технологічного процесу хімічного реактора.

6. Література

- 1. Ковалевський В. М. Схема автоматизації технологічного процесу хімічного виробництва** [Електронний ресурс] : Методичні вказівки по виконанню контрольної роботи курсу «Технічні засоби автоматизації – 1» кредитного модуля «Електричні елементи та пристрої автоматизації» до напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / НТУУ «КПІ» уклад. В. М. Ковалевський. – Електронні текстові дані (1 файл; 2,69 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012. – Назва з екрану. <http://library.kpi.ua:8080/handle/123456789/2258>
- 2. Графическое оформление электрических схем по ЕСКД:** Справ/Сост. : С. Т. Усатенко. М.В. Терехова; Предисл. и науч. ред. М. С. Хойнацкого. – К. : ЛВК, 2003. – 216 с. ISBN 966-598-133-1.
- 3. Інформаційний ресурс: ООО МІКРОЛ** WWW.MICROL.UA

ДОДАТОК.**СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ**

для схеми автоматизації технологічного процесу хімічного реактора

Позиція на схемі	Назва параметру	Середовище і місце контролю	Граничні значення параметру	Місце монтажу	Назва пристрою і характеристика	Тип моделі	Кількість	Виробник, постачальник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контур вимірювання і сигналізації температури потоку сировини А								
Поз. 1-1	Температура потоку сировини А	Трубопровід з сировиною А	35... 45 гр. °С	По місцю	Термометр опору, R ₀ =50 Ом, - 50...180°С, I _{вимір/тах} =5 мА, W ₁₀₀ =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 1-2	Температура потоку сировини А	-	-	По місцю	Перетворювач сигналу термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульту керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 1-3	Температура потоку сировини А	-	35 ... 45 гр. °С	На пульту керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
КМ1, КМ2	Технологічна сигналізація	-	-	На пульту керування	Реле електромагнітне, жив АС 400V/DC24V контакти АС1 16А/250V	RM63	2	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»

HL1	Технологічна сигналізація	-	35 гр. °C	На пульту керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год, тип цоколю E27/27	B215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL2	Технологічна сигналізація	-	40 гр. °C	На пульту керування	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год, тип цоколю E27/27	B215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL3	Технологічна сигналізація	-	45 гр. °C	На пульту керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год, тип цоколю E27/27	B215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Регулювання рівня робочої маси у об'єму корпусу хімічного реактора								
Поз. 2-1	Рівень маси у об'єму корпусу реактора	Корпус хімічного реактора	0,5...4,5 м	Кришка реактора	Радарний рівнемір, FMCW-радар (8,5-9,9 ГГц), рідина/сипучі матеріали, 0...40 м, температура до 250°C, тиск до 400 bar	BM70A	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 2-2	Рівень маси у об'єму корпусу реактора	Корпус хімічного реактора	0,5...4,5 м	Шафа приладів біля хімічного реактора	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутації КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20mA	ITM-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська , 5, ООО «МІКРОЛ»

Поз. 2-3	Рівень маси у об'єму корпусу реактора	Корпус хімічного реактора	0,5...4,5 м	На пульту керування	ПІД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 2-4	Рівень маси у реакторі	Об'єм хімічного реактора	0,5...4,5 м	На трубо-проводу на виході суміші з реактора	Регулювальний клапан, вхідний сигнал 4...20мА, живлення 230 В, А351/ CF8М, Ру= 40, Ду 100: IV-S1	Samson 3274	1	м. Київ, вул. М. Раскової. 19, оф 905
Регулювання витрати сировини А на вході у хімічний реактор								
Поз. 3-1	Витрата сировини А	Вхідний трубопровід з потоком сировини А	2000...2500 кг/год	Вхідний трубопровід реактора	Витратомір з «Коріолісових сил», одна пряма вимірювальна труба, DN 80, від 950 ...4000 кг/год, клас:0,1 %, температура потоку - 40 ...+150°C	Optimass 7000	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 3-2	Витрата сировини А	-	-	Вхідний трубопровід реактора	Електричний блок з формування вихідного сигналу АО1 4...20 мА, живлення 220 В	Блок Optimass 7000-E	1	м. Київ, вул. Васильківська 1 офіс 210, «КАНЕКС КРОНЕ»
Поз. 3-3	Витрата сировини А		2000...2500 кг/год	На пульту керування	ПІД-регулятор мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»

Поз. 3-4	Управління вихідним сигналом регулятора	-	-	На пульту керування	Блок ручного управління, АІІ= 4...20мА, живлення 220 В, АОІ= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 3-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	-	-	На корпусу регулювального клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АІІ= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см ² , з влаштованим електричним контролером положення штоку клапану, АОІ= 4...20мА	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Поз. 3-6	Регулювання витрати сировини А	-	2000...2500 кг/год	Вхідний трубопровід реактора	Пневматичний регулювальний клапан, Ду=150, Ру=25, температура до 225°C	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Регулювання співвідношення витрати сировини Б на вході у хімічний реактор								
Поз 4-1	Регулювання відношення витрати сировини Б	Вхідний трубопровід з потоком сировини Б	600...800 кг/год	Вхідний трубопровід реактора	Електромагнітний витратомір, Ду=150 мм, основна похибка 0,5 %, робочий тиск потоку 4,00 МПа, вихідний сигнал 4...20 мА, корпус захищений Exia	Метран-370	1	м. Київ, вул. Гарматна, 2, оф. 407

Поз. 4-2	-	Вхідний трубопровід з потоком сировини Б		Вхідний трубопровід реактора	Електронний блок витратоміра для дистанційної передачі сигналу	Метран-370	1	м. Київ, вул. Гарматна, 2, оф. 407
Поз. 4-3	Регулювання відношення витрати сировини Б	-	600...800 кг/год	На пульту керування	ПІД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-25	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 4-4	Регулювання відношення витрати сировини Б	-	-	На пульту керування	Блок ручного управління, АП1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 4-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	-	-	На корпусу регулювального клапану	Перетворювач електричного сигналу в пневматичний сигнал, АП1= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см ² , з влаштованим електричним контролером положення штоку клапану, АО1= 4...20мА	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Поз. 4-6	Регулювання витрати сировини Б	-	600...800 кг/год	Вхідний трубопровід реактора	Пневматичний регулювальний клапан, Ду=75, Ру=25, температура до 225°C	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»

Контроль рН потоку суміші на виході реактора								
Поз. 5-1	Контроль рН потоку суміші на виході реактора	Вихідний трубопровід з потоком суміші	5,2...6,5 рН	Вихідний трубопровід реактора	Проточний блок для вимірювання рН з вихідним сигналом 0..20 мА	ПП-10-1	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 5-2	-	-	-	Вихідний трубопровід реактора	Мікропроцесорний контролер рН, плата комутацій КБЗ-8-07, вихід АО1= 4...20мА	ПП-10-2	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 5-3	Показання рН потоку суміші на виході реактора	-	5,2 ... 6,5 рН	На пульту керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17К-01, вихід АО1= 4...20мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
КМ5, КМ6	Технологічна сигналізація	-	-	На пульту керування	Реле електромагнітне, контакти АС1 16А/250V, контакти DC1 16А/24V? max живлення АС 400V/DC 24 V	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»
HL8, HL9	Технологічна сигналізація	-	5,2 ... 6,5 рН	На пульту керування	Лампа «жовта/червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»

Контроль температури потоку сировини Б								
Поз. 6-1	Температура потоку сировини Б	Трубопровід з сировиною А	25 ... 35 гр.°C	По місцю	Термометр опору, R ₀ =50 Ом, - 50...180°C, I _{вимір/мах} =5 мА, W ₁₀₀ =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 6-2	Температура потоку сировини Б	-	-	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульту керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 6-3	Температура потоку сировини Б та сигналізація	-	25 ... 35 гр.°C	На пульту керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-17-К01, вихід АО1=4...20 мА	ІТМ-11	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5, ООО «МІКРОЛ»
КМ3, КМ4	Технологічна сигналізація	-	-	На пульту керування	Реле електромагнітне, контакти АС1 16А/250V, контакти DC1 16А/24V? мах живлення АС 400V/DC 24 V	RM63	1	м. Київ, вул. Лепсе 4, «СВ АЛЬТЕРА»
НЛ4, НЛ5	Технологічна сигналізація	-	25 ... 35 гр.°C	На пульту керування	Лампа «жовта /червона», 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40		м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»

Регулювання температури суміші на виході хімічного реактора								
Поз. 7-1	Температура потоку суміші на виході реактора	Трубопровід суміші	130...150 гр.°C	По місцю	Термометр опору, R ₀ =50 Ом, - 50...180°C , I _{вимір/тах} =5 мА, W ₁₀₀ =1,4280	50М	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
Поз. 7-2	Температура потоку суміші на виході реактора	-	-	По місцю	Перетворювач сигналу від термометра опору ТСМ для передачі сигналу 4...20 мА до пульта керування	БПО-32	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська , 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 7-3	Температура потоку суміші на виході реактора		130...150 гр.°C	На пульта керування	ПІД-регулятор багатофункціональний мікропроцесорний, плата комутацій КБЗ-28К-11, вихід АО1= 4...20мА	МІК-21	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська , 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 7-4	-	-	-	На пульта керування	Блок ручного управління, АП1= 4...20мА, живлення 220 В, АО1= 4...20мА, плата комутацій КБЗ-24-19	БРУ-7	1	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашевська , 5, ООО «МІКРОЛ»
Поз. 7-5	Перетворювач вихідного сигналу регулятора	-	-	На корпусу регулюваль ного клапану	Перетворювач електричного сигналу у пневматичний сигн, АП1= 4...20мА / 0,2...1,0 кг/см ² , з контролером положення клапану, АО1= 4...20мА	ЭПП-300	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»

Поз. 7-6	Температура потоку суміші на виході реактора	-	130...150 гр.°C	Вхідний трубопровід пари	Пневматичний регулювальний клапан, Ду=150, Ру=25, температура до 225°C	РУСТ 510-1	1	м. Київ, вул. пр-т Воз'єднання 15, оф. 803 «ООО СОФТЕК»
Дистанційне управління електромотором М1								
МП1	Вмик/Вимик живлення 380 В, М1	Насос потоку сировини А	380 В, 10 кВт	На пульту керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA1	Вмик/Вимик живлення до МП1	-	220 В	На пульту керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення МП1, 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
SB1	Вимикання живлення М1	-	220 В	На пульту керування	Кнопка управління, типу АСКО, червона «Старт»	XB2-BA31	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а , «ТЕХНОТОН»
HL3	Сигналізація вимикання живлення М1	-	220 В	На пульту керування	Лампа «червона», 40 Вт, 220 В, потік 415 лм, 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
SB2	Вмикання живлення М1	-	220 В	На пульту керування	Кнопка управління, типу АСКО, зелена «Старт»	XB2-BA42	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а , «ТЕХНОТОН»
HL4	Сигналізація вмикання живлення М1	-	220 В	На пульту керування	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, 415 лм, 1000 год., тип цоколю Е27/27	Б215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»

Дистанційне управління електромотором М2								
МП2	Вмик/Вимик живлення 380 В, М2	Змішувач хімічного реактора	380 В, 10 кВт	На пульту керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA2	Вмик/Вимик живлення до МП2	-	220 В	На пульту керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення МП2, 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20
SB3	Вимикання живлення М2	-	220 В	На пульту керування	Кнопка з підсвічуванням, червона, рівень захисту IP 66, 220 В,	ELFIN030	1	м. Київ вул. Кіквідзе. 43 ООО «КВК-Електро»
SB4	Вмикання живлення М2	-	220 В	На пульту керування	Кнопка з підсвічуванням, зелена, рівень захисту IP 66, 220 В,	ELFIN030	1	м. Київ вул. Кіквідзе. 43 ООО «КВК-Електро»
Дистанційне управління електромотором М3								
МП3	Вмик/Вимик живлення 380 В, М3	Насос потоку сировини А	380 В, 10 кВт	На пульту керування	Магнітний пускач, роб. струм 23 А, допустима потужність електромотора 10кВт живлення 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ-222	1	м. Київ вул. Магнітогорська 1а «ТЕХНОТОН»
SA3	Вмик/Вимик живлення до МП3	-	220 В	На пульту керування	Кулачковий перемикач ланцюга живлення МП3 220 В	4G25-10-US5-R112	1	м. Івано-Франківськ, вул. Красівського, 20

SB5	Вимикання живлення M1	-	220 В	На пульту керування	Кнопка управління, типу АСКО, червона «Стоп»	XB2-BA31	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
HL5	Сигналізація вимикання живлення M1	-	220 В	На пульту керування	Лампа «червона», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	B215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»
SB6	Вмикання живлення M1	-	220 В	На пульту керування	Кнопка управління, типу АСКО, зелена «Старт»	XB2-BA42	1	м. Київ, вул. Магнітогорська 1а, «ТЕХНОТОН»
HL6	Сигналізація вмикання живлення M1	-	220 В	На пульту керування	Лампа «зелена», потужність 40 Вт, 220 В, світловий потік 415 лм, робочий час 1000 год., тип цоколю E27/27	B215-225-40	1	м. Київ, вул. Лепсе, 4, «СВ АЛЬТЕРА»